UNIVERSITÉ DE REIMS
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1969 N° 11

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

par

Maryse PENNAFORTE

Née le 1er mai 1939 à THIONVILLE

Interne du Centre Hospitalier et Universitaire de Reims

Présentée et soutenue publiquement le 21 OCT. 1969

"SUR L'APPRÉCIATION RADIOLOGIQUE DU VOLUME CARDIAQUE DE L'ENFANT"

Président : M. FANDRE, professeur

UNIVERSITÉ DE REIMS
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

ANNÉE 1969 N° 11

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

par

Maryse PENNAFORTE

Née le 1er mai 1939 à THIONVILLE

Interne du Centre Hospitalier et Universitaire de Reims

Présentée et soutenue publiquement le 21 OCT. 1969

"SUR L'APPRÉCIATION RADIOLOGIQUE DU VOLUME CARDIAQUE DE L'ENFANT"

Président : M. FANDRE, professeur

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE REIMS

Directeur de l'Ecole Nationale de Médecine et de Pharmacie de Reims .....
M. R. FRANQUET

Professeurs honoraires .....MM. A. JACQUINET, R. LEFEVRE, M. LEULIER

DOYEN : M. H. EZES

ASSESSEUR : M. J. LE MEN

PROFESSEURS TITULAIRES

MM. :

M. AUROUSSEAU	Pharmacodynamie
J. BASTIEN	Clinique chirurgicale
J. BOREL	Biochimie médicale
G. DROPSY	Bactériologie-Parasito.
J.M. DUBOIS DE MONTREYNAUD	Pathologie expérimentale
H. EZES	Clinique Obstétricale
M. FANDRE	Pédiatrie
H. GEOFFROY	Pathologie médicale
J. LE MEN	Pharmacie chimique
J. LEVY	Pharmacie galénique
M. MEYNARD	Pathologie chirurgicale
P. QUEREUX	Anatomie
M. QUIRIN	Matière médicale
J. VALEYRE	Biophysique médicale
L. VILDE	Clinique médicale
D. ZAGURY	Histologie-Embryologie

PROFESSEUR A TITRE PERSONNEL

M. :

R. NATAF	Ophtalmologie

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542719_0007

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. :

T. CAULET	Anatomie pathologique
H. CHOISY	Pharmacologie
J. DUCHENE	Microbiologie
J. GARDENT	Chimie organique
P. GAUGE	Physiologie
Y. GERARD	Chirurgie générale
G. PETIT-MAIRE	Médecine Préventive, Médecine du Travail, Hygiène.
J. RISTELHUEBER	Thérapeutique

PROFESSEURS CHARGES DE COURS A TITRE PERMANENT

MM. :

M. JACQUET	Anatomie pathologique
R. LARDENNOIS	Pathologie chirurgicale

MAITRES DE CONFERENCE AGREGES

MM. :

G. BOFFA	Biochimie médicale
J. BOY	Hématologie
A. CATTAN	Cancérologie
J. CLAUDE	Toxicologie
R. COFFIN	Pédiatrie
R. DOURIS	Physique pharmaceutique
J. GOUGEON	Médecine générale
M. HARDEL	Cardiologie
G. LEDOUBLE	Chimie minérale
M. LEUTENEGGER	Médecine générale
J. MORICE	Neuro-Psychiatrie
G. PASCALIS	Neuro-Psychiatrie
J. RENDOING	Anesthésiologie
J. RIVES	Chirurgie générale
M. SEGAL	Electro-radiologie

Secrétaire de la Faculté ..... M. R. DOHAIN

Bibliothécaire ..... Mme J. PITHOIS

Par délibération en date du 9 février 1968, La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

A la mémoire de mon père

A ma mère,

en témoignage de ma reconnaissance
et de ma profonde affection.

A mon mari

à mon fils

en témoignage de mon amour.

A ma famille

A mes amis

A mes camarades d'internat.

A Monsieur le Professeur Michel FANDRE

qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude et de notre respectueux attachement pour l'accueil qu'il nous a réservé dans son service, l'enseignement qu'il a su nous donner et la bienveillante sollicitude qu'il nous a témoignée.

A Monsieur le Professeur René COFFIN

en témoignage de notre
reconnaissance et de
respectueux dévouement.

INTRODUCTION

En cardiologie infantile, comme dans la plupart des autres domaines, le perfectionnement des connaissances est souvent le fruit de l'expérience. Il est donc souhaitable que l'expérience d'un individu soit aisément transmissible à un autre, ce qui nécessite un langage commun clairement défini. Parfois, il est possible de chiffrer certains points particuliers, la facilité de transmission s'en trouvant notablement accrue : ainsi nul ne met en doute l'utilité de la classification des souffles de LEVINE ou celle des communications inter-ventriculaires de NADAS.

L'appréciation radiologique du volume cardiaque est un temps capital de l'examen du pédiatre ou du cardiologue infantile. Le plus souvent, elle est fâcheusement subjective et mériterait d'être précisée.

Pour ce faire, deux paramêtres sont actuellement utilisables : le Cardio Thoracic Ratio (C.T.R.), et le Cardiac Volume Index de NGHIEM (C.V.I.).

Le C.T.R. se calcule fort simplement. C'est probablement son seul avantage car par ailleurs ses limites sont étroites, il varie en raison inverse de l'âge, et les causes d'erreur sont nombreuses, d'autant plus importantes que l'enfant est plus jeune. Enfin, s'il permet théoriquement de distinguer un coeur de volume normal d'un

coeur hypertrophié, il est incapable d'apprécier l'importance d'une cardiomégalie.

La mesure du volume cardiaque proposée par NGHIEM en 1967 est très séduisante. Il est regrettable pourtant d'être contraint d'utiliser un cliché de profil avec oesophage baryté. Pour le calcul du C.V.I., NGHIEM rapporte le volume cardiaque au poids de l'enfant plutôt qu'à sa surface corporelle, mais admet qu'il n'est guère exact pendant la première enfance, ce qui en limite la portée pratique.

Ces réflexions ont été à la base du présent travail. Nous avons étudié dans le service de Clinique de Pédiatrie et de Puériculture du C.H.U. de REIMS (Professeur M. FANDRE) 300 coeurs normaux et 42 coeurs pathologiques. L'âge des enfants se répartit également entre 0 et 1 an, 1 et 5 ans, 5 et 10 ans. L'étude radiologique porte uniquement sur des clichés thoraciques de face. Pour chaque cliché, la surface du coeur, assimilée à une ellipse, est mesurée. Cette surface est ensuite rapportée au poids de l'enfant, définissant un index de poids, et à sa surface corporelle, déterminant ainsi un index de surface. Enfin, le C.T.R. est calculé.

Le but recherché est de montrer la médiocrité du C.T.R., l'intérêt de l'index de surface, sa crédibilité et sa simplicité d'emploi. Nous espérons l'atteindre dans les pages qui suivent.

HYPOTHESE DE TRAVAIL

Pour apprécier radiologiquement un volume cardiaque, deux méthodes de mesure sont actuellement utilisables : le Cardio Thoracic Ratio (C.T.R.) et le Cardiac Volume Index de NGHIEM (C.V.I.).

Le C.T.R.

Le C.T.R. se calcule à partir d'un cliché thoracique de face. Il faut mesurer d'une part le plus grand diamètre horizontal du coeur et d'autre part le plus grand diamètre interne de la cage thoracique au niveau du diaphragme. Le rapport de la première longueur sur la deuxième donne le C.T.R.

Ce paramètre permet théoriquement de déterminer si un coeur est de volume normal ou s'il est hypertrophié. Il ne permet pas en principe d'apprécier l'importance de l'hypertrophie. En pratique courante, cette appréciation du degré de la cardiomégalie est souvent tentée. Nous montrerons qu'il s'agit là d'une utilisation abusive du C.T.R.

L'avantage essentiel du C.T.R. est sa très grande simplicité : les mesures sont rapides et faciles, le chiffre trouvé très simple.

Les inconvénients sont essentiellement de deux ordres: limites de la méthode elle-même et risques pratiques d'erreur.

Les variations possibles sont très étroites : par définition le C.T.R. est inférieur à un ; pratiquement, il est inconcevable de le trouver inférieur à 0,25. D'une façon générale, les chiffres trouvés dans les coeurs normaux et pathologiques sont compris entre 0,4 et 0,8. Il s'agit donc bien de limites de variation très étroites.

Le C.T.R. varie en fonction de l'âge. Si l'on peut admettre que chez l'adulte un C.T.R. supérieur à 0,5 témoigne d'un coeur pathologique, cette assertion n'est plus possible chez l'enfant. Le C.T.R. est lié négativement à l'âge, cette liaison étant plus forte au cours de la première année de la vie.

Les erreurs dans la détermination du C.T.R. sont d'autant plus fréquentes que l'enfant est plus petit. Elles sont généralement fonction de la qualité du cliché.

Un centrage trop bas, si souvent observé chez le nourrisson, peut entrainer des modifications considérables du C.T.R. La cage thoracique est en effet - mesurée au niveau des diaphragmes - beaucoup plus étroite qu'en réalité, en raison de l'ascension apparente des coupoles.

Sur un cliché en expiration, le diamètre du thorax est anormalement faible, le C.T.R. par conséquent trop élevé.

Un coeur normal en position horizontale a un C.T.R. plus fort qu'un coeur normal en position verticale.

Les modifications de la silhouette cardiaque, surtout celles qui se font aux dépens du bord gauche, ont peu d'influence sur le C.T.R. alors même qu'elles témoignent d'une cardiomégalie importante.

Toutes ces causes d'erreur entrainent des variations du C.T.R. d'un moment à l'autre chez le même enfant qui peuvent être considérables. Si l'on ajoute à cela ses limites théoriques étroites et ses modifications avec l'âge, on voit qu'il s'agit là d'un paramètre peu convaincant.

Les mesures de volume.

Pour apprécier radiologiquement le volume du coeur, il est nécessaire de posséder une formule assez simple donnant une approximation convenable. C'est ce qu'a fait NGHIEM en 1967, en reprenant les anciens travaux de ROHRER et KAHLSTORF. Il semble raisonnable d'assimiler le coeur à une ellipsoide, et la formule proposée par NGHIEM est :

$$\text{Volume cardiaque} = \frac{Pi}{6} \times M \times L \times W \times D$$

Dans cette formule, M est un facteur de correction de l'amplification radiologique. L, mesuré sur un cliché de face, est le grand diamètre du coeur depuis la pointe jusqu'à la jonction de l'oreillette droite avec la veine cave supérieure. W, mesuré également sur le cliché de face, est la largeur du coeur; c'est la somme des distances à angle droit sur le grand diamètre jusqu'à la jonction cardio-phrénique à droite et à la jonction cardio-vasculaire à gauche. D, mesuré sur un cliché de profil, est la profondeur du coeur; c'est un segment horizontal partant du point le plus postérieur de l'ombre cardiaque et allant jusqu'au bord postérieur du sternum.

L'avantage de cette mesure du volume cardiaque est clairement mise en évidence dans l'article de NGHIEM. Il semble que la différence entre le volume calculé et le volume réel soit inférieure à 10 %, précision très suffisante. La méthode permet donc d'apprécier de façon fidèle le volume du coeur, donc d'évaluer l'importance d'une cardiomégalie et d'en surveiller l'évolution.

Pour simplifier l'utilisation pratique, il est nécessaire de rapporter le volume cardiaque à un paramètre de l'enfant. Selon NGHIEM, il vaut mieux choisir le poids du corps pour déterminer le C.V.I.

Il nous semble pourtant que quelques réserves peuvent être faites.

Sur 300 coeurs normaux d'enfants échelonnés entre 0 et 19 ans, NGHIEM n'a étudié que 40 enfants entre 0 et 1 an. La plupart des cardiomégalies de l'enfant se rencontrant précisément à cet âge, un échantillonnage plus large de la petite enfance aurait semblé préférable. NGHIEM précise d'ailleurs que la fidélité du C.V.I. est nettement moindre entre 0 et 1 an.

La préférence donnée par NGHIEM au poids de l'enfant pour le calcul du C.V.I. est particulière à cet auteur: si tous admettent que la taille de l'enfant n'a pratiquement pas de corrélation avec le volume cardiaque, les avantages comparés de la surface corporelle et du poids restent à préciser.

La nécessité d'utiliser un cliché de profil pour la mesure du volume cardiaque nous parait être un des écueils majeurs de la méthode. D'une part cette mesure est difficile car il est souvent délicat de déterminer le point le plus postérieur de l'ombre cardiaque et, en pratique, la prise d'un cliché avec oesophage baryté est probablement nécessaire. D'autre part les renseignements fournis en cardiologie infantile par un cliché de profil sont si rarement importants que de très nombreux dossiers n'en comportent pas. Ceci est un frein considérable à toute étude statistique rétrospective. Par ailleurs, réaliser de tels clichés dans le but unique de calculer le volume cardiaque représente une irradiation et une incidence financière qui peuvent paraitre regrettable.

Hypothèse de travail.

L'idée directrice de cette thèse est de définir une méthode d'appréciation du volume cardiaque qui se rapproche du C.T.R. par sa simplicité et du C.V.I. par sa qualité. La différence essentielle entre ces deux paramètres est que le C.T.R. prétend évaluer le volume cardiaque à partir d'une seule dimension, alors que le C.V.I. en utilise trois. De ces trois dimensions, nous pensons que la dimension antéro-postérieure est la moins intéressante comme nous l'avons expliqué plus haut.

Il nous est paru très tentant d'aboutir à un compromis et d'apprécier la taille du coeur à partir de sa surface sur un cliché de face, en assimilant la surface à une ellipse.

La formule est la suivante :

$$S = K \times \frac{Pi}{4} \times L \times l$$

S représente la surface du coeur.

K est un facteur de correction indispensable en raison de l'amplification radiologique. Pour une téléradiographie prise à une distance variant de 1,8 m à 2 mètres, une valeur de K = 1/1,12 parait convenable. Ce coefficient de correction pour deux dimensions correspond d'ailleurs au coefficient de 1/1,19 utilisé par NGHIEM pour trois dimensions.

L est le grand diamètre du coeur depuis la pointe jusqu'à la jonction de la veine cave supérieure avec l'oreillette droite.

l est la largeur du coeur; c'est la somme des distances à angle droit sur le grand diamètre jusqu'à l'angle cardio-phrénique à droite et jusqu'à la jonction cardio-vasculaire à gauche.

Avec la valeur de K définie ci-dessus, la formule se simplifie en :

$$S = 0,7 \times L \times l$$

A partir de la surface cardiaque ainsi calculée, nous définissons deux index :

En faisant le rapport entre la surface du coeur en cm2 et le poids de l'enfant en kg, nous obtenons une valeur que nous appelons Index de Poids (I.P.).

En rapportant la surface cardiaque en cm2 à la surface corporelle de l'enfant en m2, nous déterminons un Index de Surface (I.S.).

Dans les pages qui suivent, nous allons comparer les mérites respectifs du C.T.R., de l'Index de Poids et de l'Index de Surface.

MATERIEL ET METHODES

COEURS NORMAUX

Trois cents clichés thoraciques de face ont été sélectionnés. Chaque cliché a été examiné par deux pédiatres qui ont conclu à l'absence de signe radiologique de maladie cardio-vasculaire ou respiratoire. Les clichés ont été pris en téléradiographie, à une distance variant entre 1,80 m et 2 m. Dans tous les cas l'enfant était en position orthostatique. Les dossiers correspondants ont été revus en détail, ce qui a permis de préciser qu'aucun de ces enfants ne présentait de maladie cardiaque ou pulmonaire, qu'aucun n'était déshydraté et qu'ils avaient des numérations globulaires et des examens d'urine normaux.

Sur tous les clichés retenus, il était facile de déterminer avec précision l'apex, l'angle cardio-phrénique droit, le point de rencontre de l'oreillette droite avec la veine cave supérieure, et celui de l'artère pulmonaire avec le coeur.

Pour obtenir les 300 clichés répondant aux critères ci-dessus, il a été nécessaire d'examiner 512 clichés.

Aucun enfant n'a été écarté sous prétexte d'une taille ou d'un poids insuffisant.

Le tableau 1 donne la distribution des âges et le sexe. 152 enfants sont de sexe masculin, 148 de sexe féminin. En groupant les 3 premières tranches d'âge d'une part, les 4 suivantes d'autre part et les 5 dernières enfin, la répartition est : 100 enfants entre 0 et 1 an, 100 entre 1 et 5 ans, 100 entre 5 et 10 ans.

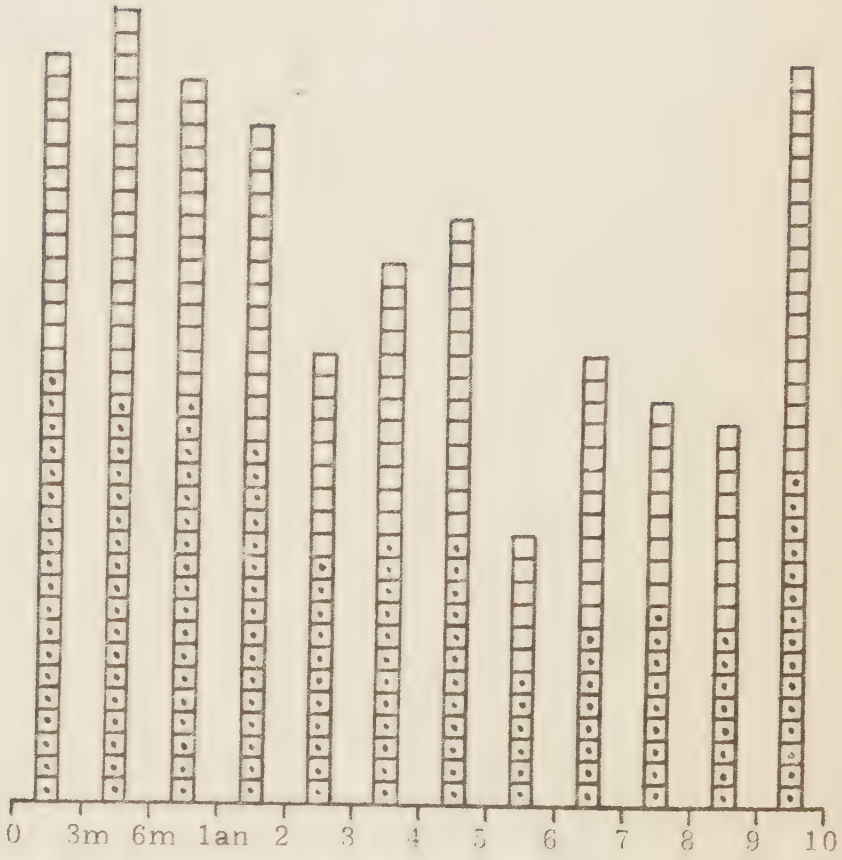


TABLEAU 1 : Coeurs normaux. Ages.

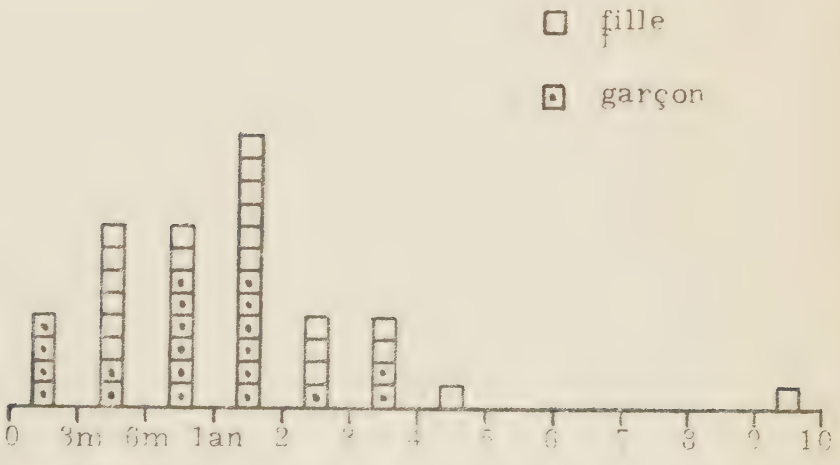


TABLEAU 2 : Coeurs pathologiques. Ages

COEURS PATHOLOGIQUES

Il fallait, dans le choix des coeurs pathologiques, éviter certains écueils. La déformation exagérée de la silhouette cardiaque était l'obstacle majeur. Par exemple, la détermination de la surface du coeur dans une transposition ou une transposition corrigée des gros vaisseaux apparait pour le moins délicate. D'autre part, choisir comme cardiomégalies de référence des cardiopathies congénitales, c'était sélectionner un matériel peu souple et peu démonstratif. En effet, certaines malformations cardiaques ne se rencontrent guère que dans les premiers mois de la vie, d'autres au contraire sont plutôt dépistées dans la seconde enfance. Ou bien, dans telle cardiopathie, la cardiomégalie ne se constitue que tardivement.

Ces différents points risquaient de rendre peu concluante la comparaison des coeurs normaux et des coeurs pathologiques.

Nous avons donc choisi uniquement les cardiomégalies en rapport avec des maladies myocardiques primitives, myocardites aigues ou fibro-élastoses sous-endocardiques. Les avantages sont évidents : elles surviennent aussi bien dans la première que dans la seconde enfance et le volume cardiaque y est habituellement maximum d'emblée. D'autre part, pour bon nombre d'entre elles, il est possible de suivre l'évolution et d'assister progressivement au retour du coeur à un volume normal.

42 cas de maladie myocardique primitive ont été retenus, 21 garçons et 21 filles. La répartition des âges est précisée dans le tableau 2. Il découle clairement de cette répartition que la comparaison avec les coeurs normaux est possible entre 0 et 5 ans, mais qu'elle ne l'est pas entre 5 et 10 ans, faute de matériel.

Pour apprécier l'évolution des cardiomégalies de nos 42 coeurs pathologiques, nous avons étudié 188 clichés.

METHODE

Pour chaque cliché sélectionné, qu'il s'agisse d'un coeur normal ou d'un coeur pathologique, nous avons mesuré la surface du coeur selon la formule S= 0,7 x L x l Nous avons calculé l'index de poids en divisant la surface du coeur en cm2 par le poids de l'enfant en kg, et l'index de surface en divisant la surface du coeur en cm2 par la surface corporelle en m2 déterminée en utilisant les tables de Dubois et Dubois. Nous avons enfin calculé le C.T.R., c'est-à-dire la somme des distances maximum à angle droit à partir de l'axe de la colonne vertébrale jusqu'aux extrèmités droite et gauche des contours cardiaques divisé par le diamètre interne maximum du thorax au niveau du diaphragme.

Nos mesures ont fait l'objet d'une analyse statistique.

RESULTATS

COEURS NORMAUX

Les résultats détaillés de nos mesures sur les coeurs normaux sont représentés dans le tableau 3.

Dans ce tableau, les nombres de la première colonne correspondent aux numéros d'ordre des enfants : 001, 002 003, etc...

La seconde colonne précise le sexe : 1 pour les garçons et 2 pour les filles.

Dans la troisième colonne figurent les tranches d'âge; elles sont exprimées en dixième de mois, c'est-à-dire qu'un mois et demi s'écrit : 0015.

La quatrième colonne est celle du C.T.R., la cinquième celle de l'index de poids et la sixième celle de l'index de surface.

TABLEAU 3

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
001	1	0015	0, 55	4, 0	060
002	1	0015	0, 55	5, 1	066
003	1	0015	0, 57	5, 2	080
004	1	0015	0, 52	3, 4	064
005	1	0015	0, 56	4, 4	070
006	1	0015	0, 56	4, 0	062
007	1	0015	0, 50	4, 2	064
008	1	0015	0, 54	4, 1	064
009	1	0015	0, 52	4, 7	070
010	1	0015	0, 50	2, 9	060
011	1	0015	0, 55	5, 0	063
012	1	0015	0, 56	4, 0	074
013	1	0015	0, 62	4, 4	075
014	1	0015	0, 60	4, 1	080
015	1	0015	0, 55	3, 5	063
016	1	0015	0, 45	5, 0	073
017	1	0015	0, 52	3, 5	060
018	1	0015	0, 50	4, 8	065
019	1	0015	0, 52	3, 5	062
020	2	0015	0, 55	3, 4	057
021	2	0015	0, 54	4, 4	071
022	2	0015	0, 52	4, 0	067
023	2	0015	0, 54	5, 1	078
024	2	0015	0, 48	4, 0	063
025	2	0015	0, 61	4, 1	069
026	2	0015	0, 57	4, 5	070
027	2	0015	0, 53	3, 8	069
028	2	0015	0, 55	3, 8	066
029	2	0015	0, 54	4, 0	076
030	2	0015	0, 49	4, 3	065
031	2	0015	0, 52	3, 9	060
032	2	0015	0, 57	3, 5	065
033	2	0015	0, 57	4, 6	073
034	1	0045	0, 50	3, 1	057
035	1	0045	0, 56	3, 0	066

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S.
036	1	0045	0, 58	3, 5	067
037	1	0045	0, 51	3, 5	068
038	1	0045	0, 47	3, 6	061
039	1	0045	0, 52	3, 0	057
040	1	0045	0, 60	3, 6	060
041	1	0045	0, 48	3, 2	062
042	1	0045	0, 56	2, 4	060
043	1	0045	0, 55	3, 3	066
044	1	0045	0, 52	3, 5	067
045	1	0045	0, 50	3, 8	067
046	1	0045	0, 48	3, 6	062
047	1	0045	0, 61	3, 6	079
048	1	0045	0, 53	2, 6	057
049	1	0045	0, 50	2, 9	058
050	1	0045	0, 54	3, 5	063
051	1	0045	0, 47	3, 6	069
052	2	0045	0, 53	3, 3	068
053	2	0045	0, 56	4, 3	073
054	2	0045	0, 54	3, 2	062
055	2	0045	0, 52	3, 0	057
056	2	0045	0, 53	3, 4	069
057	2	0045	0, 55	2, 8	055
058	2	0045	0, 60	4, 0	071
059	2	0045	0, 57	2, 7	055
060	2	0045	0, 53	3, 5	072
061	2	0045	0, 57	3, 7	072
062	2	0045	0, 54	4, 0	072
063	2	0045	0, 50	3, 7	068
064	2	0045	0, 51	2, 9	063
065	2	0045	0, 54	4, 0	068
066	2	0045	0, 56	3, 8	075
067	2	0045	0, 53	4, 4	076
068	2	0045	0, 51	3, 0	058
069	1	0090	0, 56	3, 0	062
070	1	0090	0, 51	3, 5	064
071	1	0090	0, 50	3, 3	068
072	1	0090	0, 52	2, 9	067
073	1	0090	0, 52	3, 1	071
074	1	0090	0, 53	3, 7	079
075	1	0090	0, 59	3, 3	070
076	1	0090	0, 57	3, 0	068

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
077	1	0090	0, 52	2, 6	053
078	1	0090	0, 50	3, 4	068
079	1	0090	0, 60	2, 9	066
080	1	0090	0, 53	3, 2	065
081	1	0090	0, 47	3, 0	065
082	1	0090	0, 54	3, 2	070
083	1	0090	0, 53	3, 0	065
084	1	0090	0, 52	3, 8	072
085	1	0090	0, 50	3, 4	069
086	1	0090	0, 43	3, 3	054
087	2	0090	0, 53	2, 9	065
088	2	0090	0, 58	3, 2	069
089	2	0090	0, 57	3, 4	071
090	2	0090	0, 54	3, 4	070
091	2	0090	0, 41	3, 0	055
092	2	0090	0, 52	2, 7	056
093	2	0090	0, 48	2, 7	053
094	2	0090	0, 48	3, 8	073
095	2	0090	0, 52	3, 5	065
096	2	0090	0, 54	3, 0	067
097	2	0090	0, 51	2, 3	057
098	2	0090	0, 57	2, 7	061
099	2	0090	0, 56	3, 0	071
100	2	0090	0, 52	3, 9	065
101	1	0180	0, 56	3, 7	077
102	1	0180	0, 51	2, 9	069
103	1	0180	0, 52	3, 1	070
104	1	0180	0, 51	3, 0	066
105	1	0180	0, 51	2, 7	065
106	1	0180	0, 50	3, 4	064
107	1	0180	0, 51	2, 6	057
108	1	0180	0, 52	2, 6	058
109	1	0180	0, 53	3, 4	064
110	1	0180	0, 48	3, 0	069
111	1	0180	0, 51	3, 0	070
112	1	0180	0, 53	3, 0	066
113	1	0180	0, 50	2, 9	066
114	1	0180	0, 53	2, 9	063
115	1	0180	0, 60	3, 0	068
116	1	0180	0, 50	3, 7	074

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
117	2	0180	0, 51	2, 2	057
118	2	0180	0, 50	3, 4	064
119	2	0180	0, 58	3, 2	072
120	2	0180	0, 47	2, 9	063
121	2	0180	0, 52	2, 7	062
122	2	0180	0, 53	3, 1	066
123	2	0180	0, 50	2, 8	067
124	2	0180	0, 57	2, 7	061
125	2	0180	0, 50	2, 1	054
126	2	0180	0, 51	2, 6	057
127	2	0180	0, 44	2, 6	060
128	2	0180	0, 50	3, 2	067
129	2	0180	0, 55	2, 9	066
130	2	0180	0, 53	3, 5	076
131	1	0300	0, 53	2, 9	067
132	1	0300	0, 53	3, 0	062
133	1	0300	0, 53	3, 1	070
134	1	0300	0, 45	3, 1	067
135	1	0300	0, 44	2, 3	056
136	1	0300	0, 53	3, 0	062
137	1	0300	0, 46	2, 7	059
138	1	0300	0, 51	3, 7	076
139	1	0300	0, 55	3, 2	069
140	1	0300	0, 52	3, 1	064
141	1	0300	0, 53	2, 5	065
142	2	0300	0, 51	2, 7	059
143	2	0300	0, 53	2, 9	061
144	2	0300	0, 50	3, 0	062
145	2	0300	0, 50	2, 6	056
146	2	0300	0, 51	2, 8	066
147	2	0300	0, 53	2, 7	064
148	2	0300	0, 52	3, 3	066
149	2	0300	0, 49	2, 9	064
150	2	0300	0, 49	2, 8	061
151	1	0420	0, 56	2, 4	057
152	1	0420	0, 56	2, 8	064
153	1	0420	0, 56	2, 5	060
154	1	0420	0, 56	2, 7	066
155	1	0420	0, 55	3, 0	079
156	1	0420	0, 56	3, 0	071

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
157	1	0420	0,48	2,9	064
158	1	0420	0,47	2,5	057
159	1	0420	0,50	2,8	068
160	1	0420	0,52	3,2	075
161	1	0420	0,56	2,7	063
162	1	0420	0,49	2,7	065
163	2	0420	0,45	2,7	057
164	2	0420	0,50	3,0	063
165	2	0420	0,50	4,1	078
166	2	0420	0,46	2,7	066
167	2	0420	0,51	2,6	064
168	2	0420	0,44	2,3	055
169	2	0420	0,50	2,4	059
170	2	0420	0,50	2,6	066
171	2	0420	0,53	2,7	060
172	2	0420	0,50	3,2	072
173	2	0420	0,52	2,9	068
174	2	0420	0,48	2,6	063
175	1	0540	0,47	2,6	061
176	1	0540	0,37	2,5	054
177	1	0540	0,50	3,1	064
178	1	0540	0,47	2,4	059
179	1	0540	0,54	2,5	065
180	1	0540	0,50	2,5	060
181	1	0540	0,50	2,9	070
182	1	0540	0,51	2,4	061
183	1	0540	0,53	3,1	074
184	1	0540	0,51	3,1	075
185	1	0540	0,52	3,4	067
186	1	0540	0,51	2,7	064
187	2	0540	0,50	2,7	063
188	2	0540	0,44	2,6	058
189	2	0540	0,50	2,5	062
190	2	0540	0,50	2,6	066
191	2	0540	0,51	2,7	066
192	2	0540	0,51	2,6	059
193	2	0540	0,47	2,9	064
194	2	0540	0,52	3,0	068
195	2	0540	0,53	2,4	060

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
196	2	0540	0,53	2,6	065
197	2	0540	0,40	2,8	062
198	2	0540	0,51	2,8	072
199	2	0540	0,53	2,5	067
200	2	0540	0,47	2,6	065
201	1	0660	0,46	3,3	076
202	1	0660	0,45	2,0	055
203	1	0660	0,50	2,4	060
204	1	0660	0,50	2,5	063
205	1	0660	0,54	2,6	067
206	1	0660	0,46	2,8	069
207	2	0660	0,55	3,6	068
208	2	0660	0,53	3,4	066
209	2	0660	0,53	3,2	064
210	2	0660	0,51	3,0	062
211	2	0660	0,49	2,8	061
212	2	0660	0,48	2,6	059
213	1	0780	0,45	1,9	053
214	1	0780	0,50	2,2	060
215	1	0780	0,47	2,5	061
216	1	0780	0,43	3,0	073
217	1	0780	0,45	2,7	067
218	1	0780	0,50	2,0	064
219	1	0780	0,56	2,8	070
220	1	0780	0,55	2,6	066
221	2	0780	0,46	2,6	065
222	2	0780	0,48	2,6	068
223	2	0780	0,56	2,7	064
224	2	0780	0,48	3,2	070
225	2	0780	0,49	2,6	066
226	2	0780	0,51	2,3	060
227	2	0780	0,47	2,5	067
228	2	0780	0,51	3,1	072
229	2	0780	0,47	2,4	060
230	2	0780	0,48	2,6	065
231	2	0780	0,46	3,2	062
232	2	0780	0,50	2,7	065
233	1	0900	0,50	3,1	075
234	1	0900	0,50	2,2	060
235	1	0900	0,44	2,4	059
236	1	0900	0,47	2,6	060

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
237	1	0900	0,43	2,6	065
238	1	0900	0,55	2,5	066
239	1	0900	0,44	3,0	076
240	1	0900	0,46	3,4	067
241	1	0900	0,44	2,4	060
242	2	0900	0,45	2,2	058
243	2	0900	0,50	2,5	060
244	2	0900	0,48	2,9	073
245	2	0900	0,45	2,5	065
246	2	0900	0,47	2,3	058
247	2	0900	0,47	2,6	074
248	2	0900	0,47	2,7	067
249	2	0900	0,43	2,7	064
250	2	0900	0,54	2,6	060
251	1	1020	0,48	2,9	073
252	1	1020	0,46	2,6	068
253	1	1020	0,50	2,4	064
254	1	1020	0,55	2,5	060
255	1	1020	0,46	2,2	066
256	1	1020	0,42	2,0	063
257	1	1020	0,41	1,9	065
258	1	1020	0,40	1,8	059
259	2	1020	0,44	2,4	058
260	2	1020	0,45	2,8	067
261	2	1020	0,43	2,7	064
262	2	1020	0,47	2,8	0,70
263	2	1020	0,45	2,6	063
264	2	1020	0,53	2,8	066
265	2	1020	0,52	2,5	067
266	2	1020	0,47	2,1	060
267	2	1020	0,50	2,7	062
268	1	1140	0,48	2,8	076
269	1	1140	0,48	2,1	063
270	1	1140	0,46	2,8	069
271	1	1140	0,45	2,8	076
272	1	1140	0,45	2,6	076
273	1	1140	0,43	3,1	075
274	1	1140	0,46	2,3	063
275	1	1140	0,45	2,2	065
276	1	1140	0,42	2,2	062
277	1	1140	0,50	2,6	067

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
278	1	1140	0,40	2,4	065
279	1	1140	0,50	2,6	074
280	1	1140	0,55	3,3	080
281	1	1140	0,47	2,5	067
282	1	1140	0,43	2,4	064
283	2	1140	0,43	2,4	061
284	2	1140	0,52	2,4	066
285	2	1140	0,44	2,4	066
286	2	1140	0,44	3,1	079
287	2	1140	0,40	1,7	054
288	2	1140	0,47	2,7	062
289	2	1140	0,49	2,9	074
290	2	1140	0,46	2,6	068
291	2	1140	0;52	2,3	058
292	2	1140	0,42	2,1	064
293	2	1140	0,52	2,4	070
294	2	1140	0,47	2,2	062
295	2	1140	0,47	2,7	064
296	2	1140	0,48	2,9	073
297	2	1140	0,42	3,0	069
298	2	1140	0,43	2,5	070
299	2	1140	0,41	2,3	065
300	2	1140	0,44	2,6	071

Etude statistique de la liaison avec l'âge

A partir du tableau 3, un calcul statistique classique a été effectué pour trouver les valeurs des coefficients de corrélation correspondant au C.T.R., à l'I.P. et à l'I.S. Les résultats sont les suivants :

pour le C.T.R. : r = 0,51044
pour l'I.P. : r = 0,46191
pour l'I.S. : r = 0,23291

Ces résultats mathématiques montrent que le C.T.R. et l'index de poids sont nettement liés à l'âge et ceci pratiquement de la même façon. L'index de surface au contraire est indépendant de l'âge.

Les mêmes calculs ont été effectués pour les deux sexes séparément.

Dans le sexe féminin, les résultats sont les suivants :

pour le C.T.R. : r = 0,57548
pour l'I.P. : r = 0,51215
pour l'I.S. : r = 0,23729

Chez les garçons, les résultats sont :

pour le C.T.R. : r = 0,45591
pour l'I.P. : r = 0,41922
pour l'I.S. : r = 0,22497

Il semblerait donc que le C.T.R. et l'I.P. soient liés plus étroitement à l'âge dans le sexe féminin que dans le sexe masculin. Pour l'I.S., les chiffres sont identiques puisque cet index est indépendant de l'âge.

La détermination des coefficients de corrélation simples "e" donne les résultats suivants :

Enfants des 2 sexes :

pour le CTR, e = 10,247
pour l' I.P. e = 8,990
pour l' I.S. e = 4,134

Enfants de sexe féminin :

pour le CTR, e = 8,502
pour l' I.P. e = 7,205
pour l' I.S. e = 2,950

Enfants de sexe masculin :

pour le CTR, e = 6,273
pour l' I.P. e = 5,655
pour l' I.S. e = 2,828

Les valeurs de "e" indiquent donc que tous les résultats sont significatifs à moins de 1% près et que beaucoup d'entre eux le sont à 1/1000 près.

Cette étude statistique a été programmée sur un ordinateur IBM 1130 qui a effectué les calculs.

Représentation graphique des résultats

Le domaine de la statistique mathématique restant souvent étranger au mèdecin, nous nous sommes attachés à présenter nos résultats sous une forme suffisamment imagée et dé onstrative.

Les tableaux 4, 5 et 6 montrent respectivement les résultats obtenus pour le CTR, l'I.P. et l'I.S. Chaque petit carré correspond à un enfant. Les douze tranches d'âge figurées sont de haut en bas les suivantes : 0 à 3 mois, 3 à 6 mois, 6 à 12 mois, 1 à 2 ans, 2 à 3 ans, 3 à 4 ans, 4 à 5 ans, 5 à 6 ans, 6 à 7 ans, 7 à 8 ans, 8 à 9 ans, 9 à 10 ans.

En jetant un coup d'oeil sur le tableau 4, il apparait clairement que le CTR varie de façon régulière avec l'âge et qu'il est d'autant plus petit que l'âge est plus élevé.

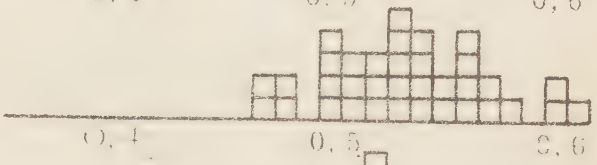
La même constatation peut être faite sur le tableau 5 qui représente l'I.P., à cette nuance près que la variation avec l'âge est plus rapide dans la première année de la vie.

Le tableau 6 montre de façon évidente l'indépendance de l'I.S. vis-à-vis de l'âge.

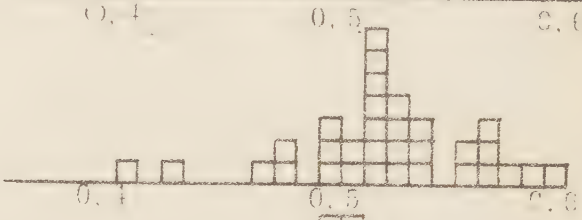
C.T.R. TABLEAU 4

0 - 3 mois

3 - 6 mois



6 - 12 mois



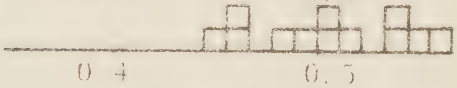
1 - 2 ans

2 - 3 ans

3 - 4 ans

4 - 5 ans

5 - 6 ans

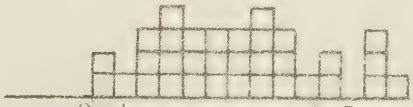


6 - 7 ans

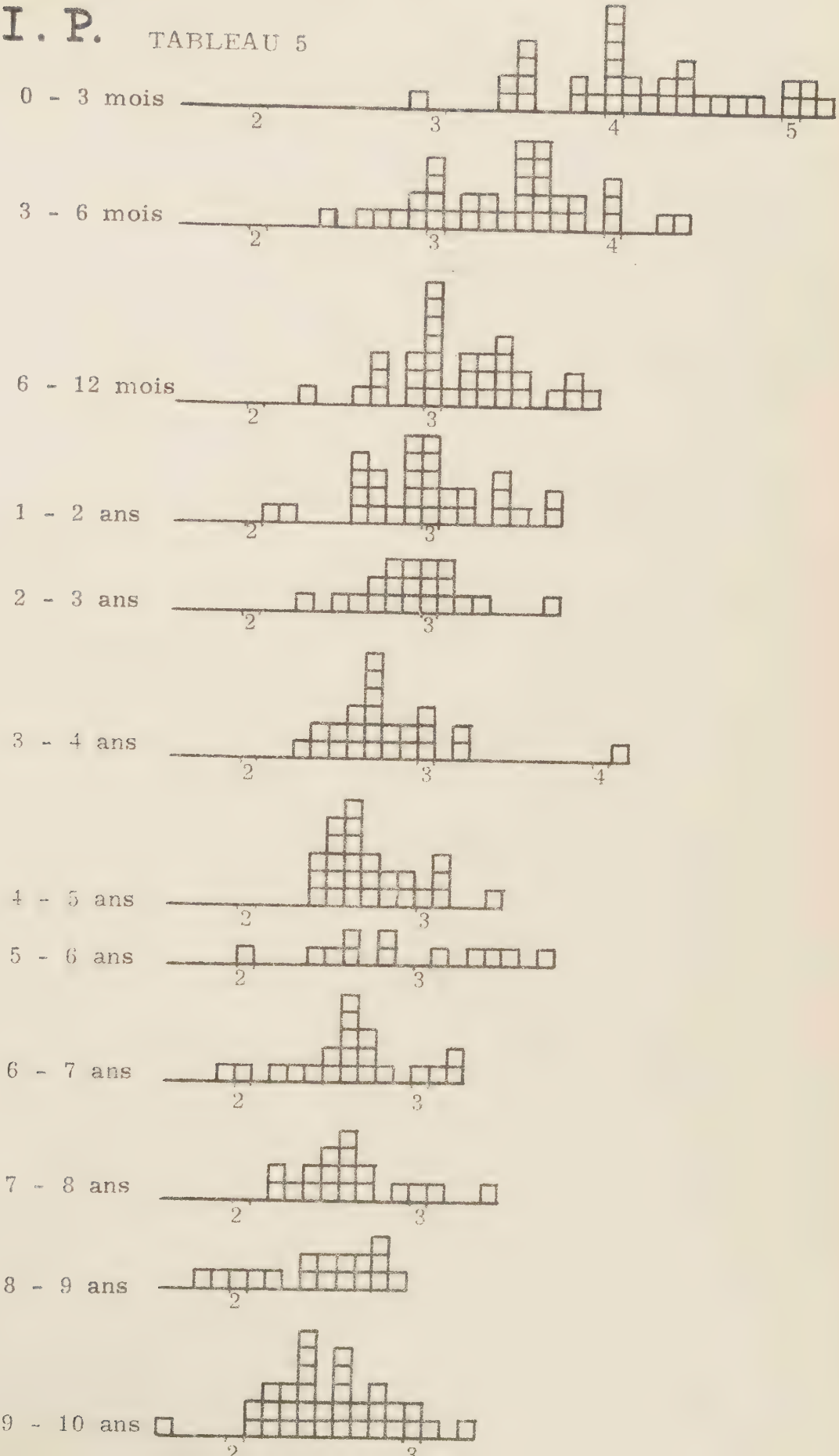
7 - 8 ans

8 - 9 ans

9 - 10 ans

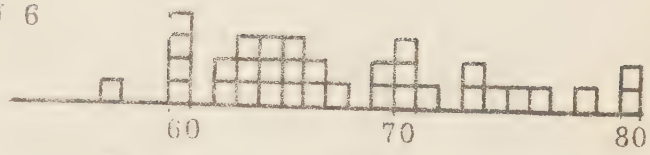


I. P. TABLEAU 5


0 - 3 mois
2
3
4
5
3 - 6 mois
2
3
4
6 - 12 mois
2
3
1 - 2 ans
2
3
2 - 3 ans
2
3
3 - 4 ans
2
3
4
4 - 5 ans
2
3
5 - 6 ans
2
3
6 - 7 ans
2
3
7 - 8 ans
2
3
8 - 9 ans
2
9 - 10 ans
2
3

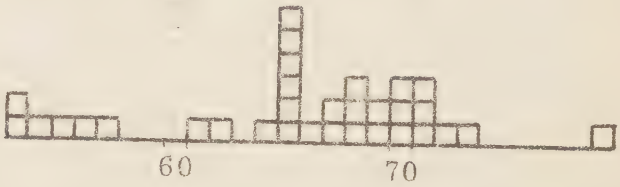
I.S. TABLEAU 6

0 6 6 mois



6 - 6 mois

6 - 12 mois



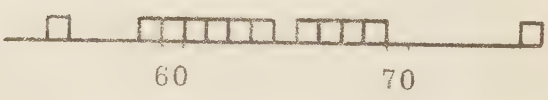
1 - 2 ans

2 - 3 ans

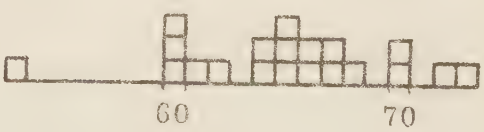
3 - 4 ans

4 - 5 ans

5 - 6 ans



6 - 7 ans



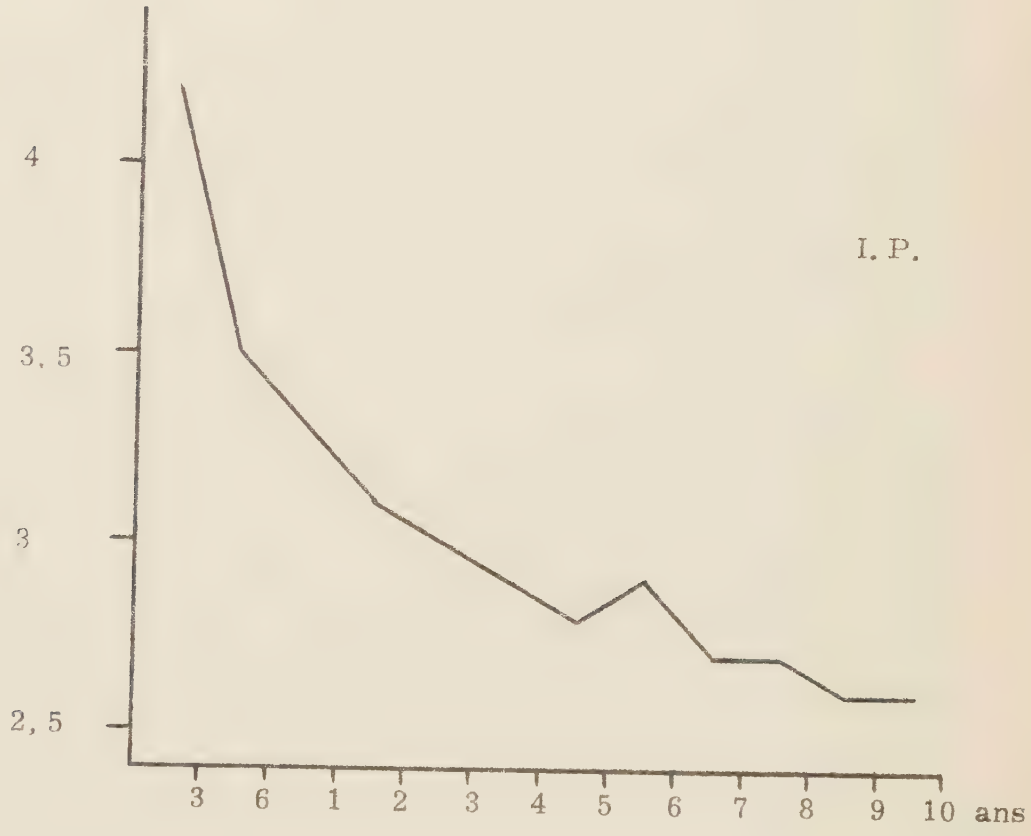
7 - 8 ans

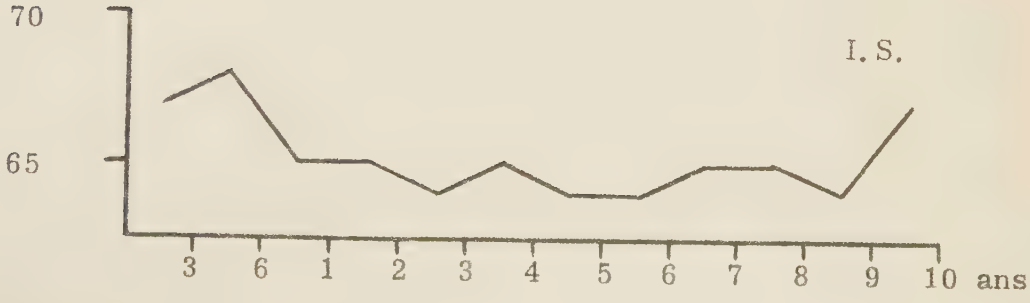
8 - 9 ans

9 - 10 ans

TABLEAU 7

0, 55
0, 50
C. T. R.
3 6 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ans


4
3, 5
3
2, 5
I. P.
3 6 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ans


70
65
I. S.
3 6 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ans

Les valeurs moyennes du CTR, de l'I.P. et de l'I.S. dans les douze tranches d'âge ont été calculées. Elles sont figurées sur le tableau 7. Là encore, il est clair que le CTR décroit régulièrement avec l'âge, que l'I.P. décroit plus rapidement pendant la première année, et que l'I.S. est indépendant de l'âge du sujet.

Il nous est apparu intéressant de regrouper nos résultats en trois tranches d'âge arbitraires : de 0 à 1 an, de 1 à 5 ans et de 5 à 10 ans.

C'est l'objet des tableaux 8, 9 et 10 respectivement pour le CTR, l'I.P. et l'I.S. Chacune des trois tranches d'âge correspond à 100 enfants.

Sur le tableau 8, on peut constater qu'entre 0 et 1 an 79% des enfants ont un CTR supérieur à 0,5 ; ce pourcentage tombe à 57% entre 1 et 5 ans et 19% entre 5 et 10 ans.

Sur le tableau 9, il est à noter qu'entre 0 et 1 an 91% des enfants ont un I.P. supérieur à 2,8 ; le chiffre est de 47% entre 1 et 5 ans et de 20% entre 5 et 10 ans.

L'examen rapide du tableau 10 permet de voir l'indépendance de l'I.S. vis-à-vis de l'âge : un I.S. supérieur à 66 existe chez 42% des enfants entre 0 et 1 an, 45% entre 1 et 5 ans et 45% entre 5 et 10 ans.

TABLEAU 8

C.T.R.

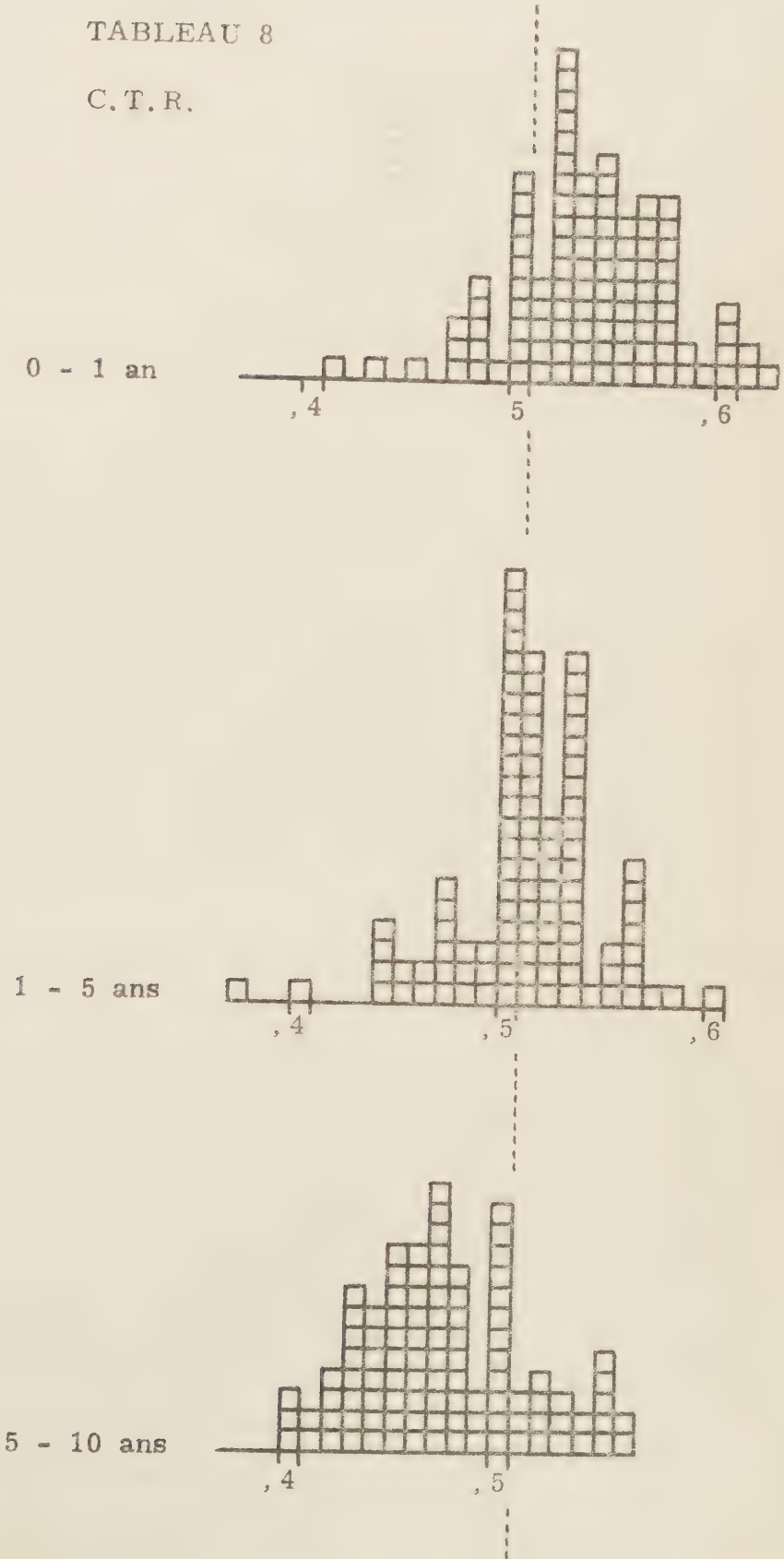


TABLEAU 9

I. P.

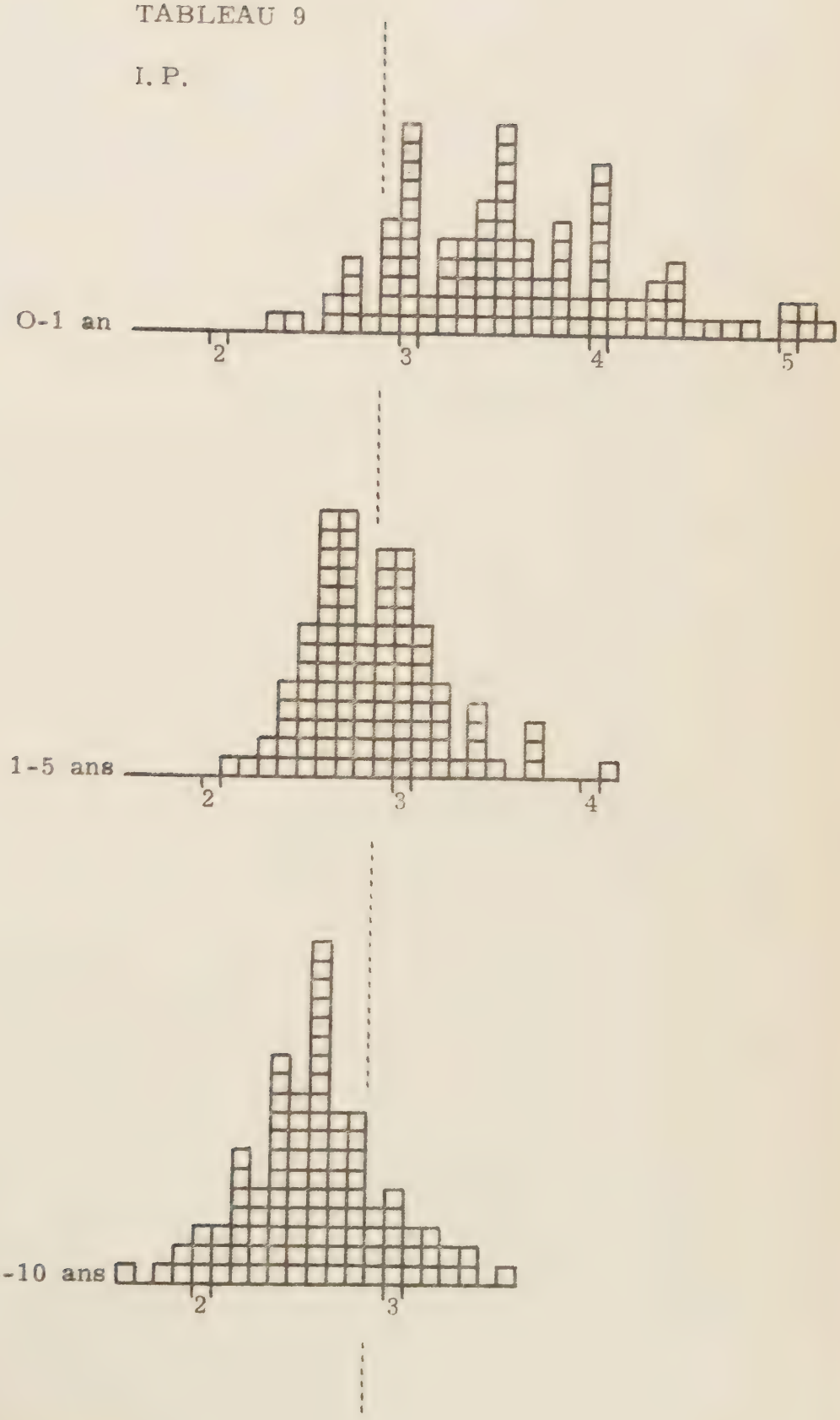
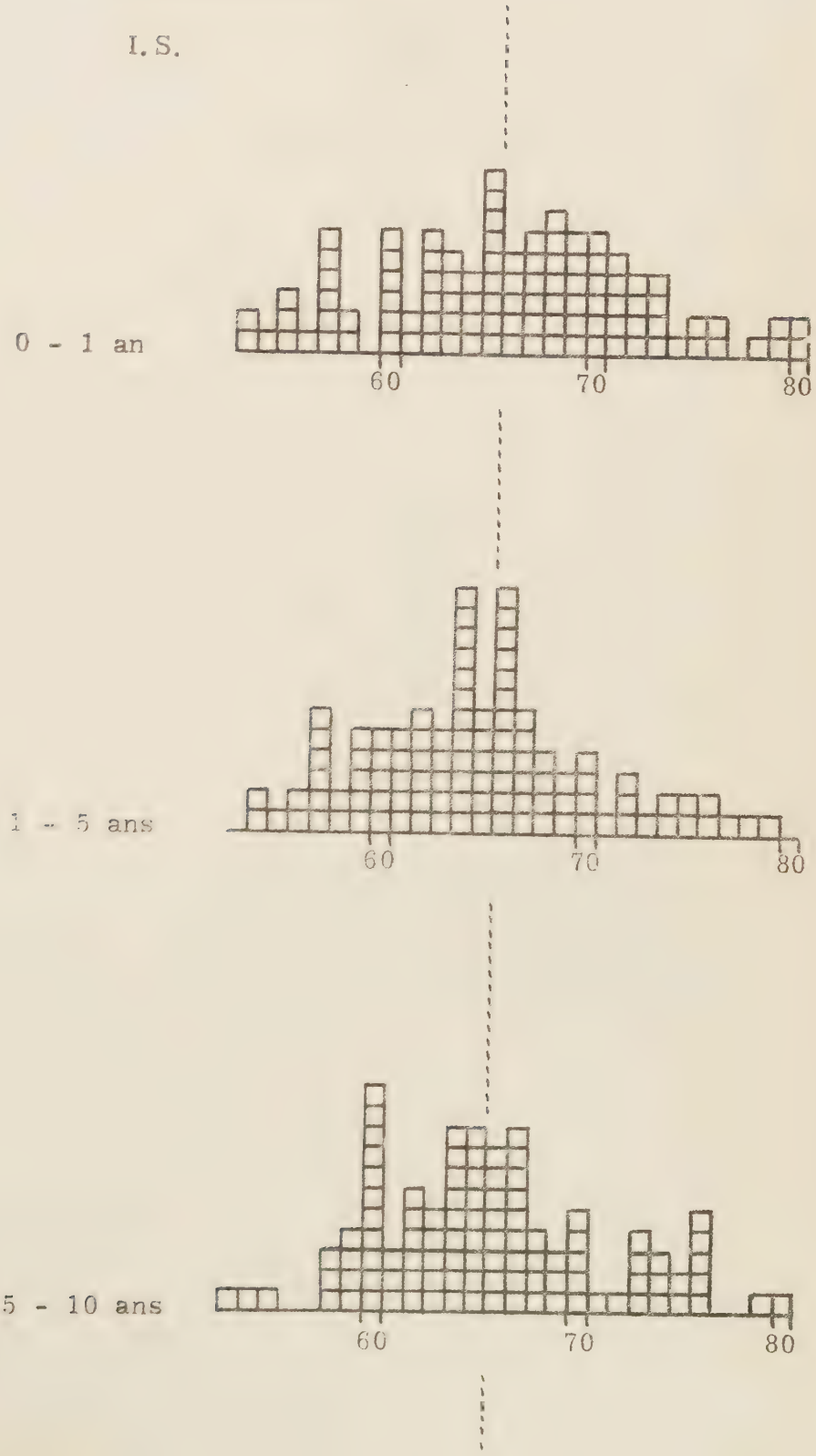
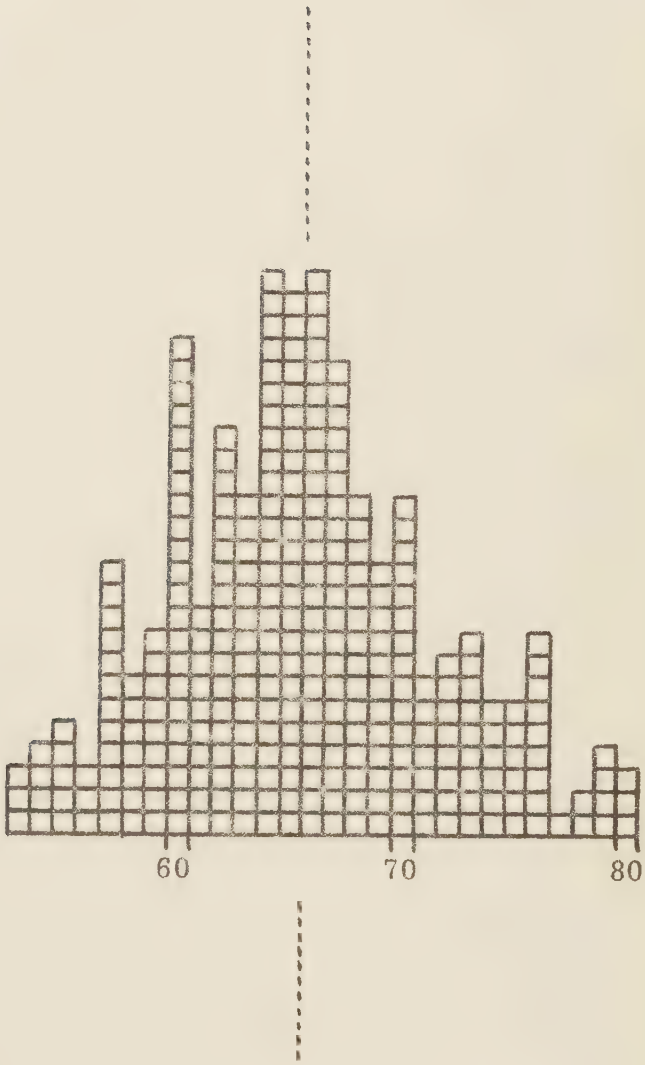


TABLEAU 10

I.S.





I.S. 0 - 10 ans

TABLEAU 11

En raison de la liaison avec l'âge, il serait sans signification de représenter sur un seul graphique nos résultats globaux du CTR et de l'I.P. Cette latitude est permise par contre pour l'I.S., ce que nous avons fait dans le tableau 11. Ce tableau groupe donc nos 300 coeurs normaux. L'aspect de courbe de Gauss y est satisfaisant.

S'il est important d'étudier les valeurs moyennes des trois index aux différents âges, il est également capital de considérer les limites de leurs variations physiologiques. Ce sont ces variations que nous avons représentées dans le tableau 12. Les différentes colonnes verticales représentent les percentiles. Ainsi, dans la colonne du cinquantième percentile, on trouve entre 0 et 1 an une valeur du CTR à 0,53 ; cela signifie que sur 100 enfants normaux de cet âge, 50 ont un CTR égal ou inférieur à 0,53.

La limite supérieure du physiologique est particulièrement intéressante à étudier. En considérant par exemple le quatrevingtquinzième percentile, on constate qu'entre 0 et 1 an il est nécessaire que le CTR soit supérieur à 0,6 pour être pathologique; le chiffre est encore de 0,55 entre 5 et 10 ans. Si un I.P. supérieur à 3,4 a toute chance d'être pathologique entre 1 et 10 ans, cette même valeur entre 0 et 1 an tombe dans le 50ème percentile. Il est clair qu'un I.S. supérieur à 80 est pathologique quel que soit l'âge.

TABLEAU 12

P E R C E N T I L E S

Percentiles		3	5	10	25	50	75	90	95	97
C.T.R.	0-1 an	0, 46	0, 47	0, 48	0;51	0, 53	0, 55	0, 57	0, 6	0, 6
	1-5 ans	0, 43	0, 44	0, 46	0, 49	0, 5	0, 52	0, 55	0, 56	0, 56
	5-10 ans	0, 4	0, 41	0, 42	0, 44	0, 46	0, 49	0, 53	0, 55	0, 55
I.P.	0-1 an	2, 5	2, 6	2, 8	3	3, 4	3, 9	4, 4	4, 8	5
	1-5 ans	2, 2	2, 3	2, 4	2, 5	2, 8	3	3, 2	3, 4	3, 7
	5-10 ans	1, 8	1, 9	2, 1	2, 3	2, 5	2, 7	3	3, 2	3, 3
I.S..	0-1 an	54	55	56	61	65	69	73	76	79
	1-5 ans	55	56	57	60	64	67	72	75	76
	5-10 ans	57	57	59	61	65	68	74	76	76
	GLOBAL	54	56	57	61	65	69	73	76	77

COEURS PATHOLOGIQUES

Le tableau 13 donne les résultats détaillés concernant nos 42 coeurs pathologiques. La constitution de ce tableau est entièrement superposable à celle du tableau 3.

Pour chacun des 42 enfants, nous avons fait figurer dans ce tableau les mesures faites sur le cliché où le coeur apparaissait le plus gros. Dans la plupart des cas (toutes les myocardites et certaines fibro-élastoses), cette cardiomégalie maximum correspond au cliché initial. Dans d'autres cas au contraire, il s'agit d'un cliché pris en cours d'évolution.

Nous avons également mesuré tous les clichés dont nous disposions à propos de ces 42 enfants, mais il nous a semblé inutile d'en présenter complètement les détails.

TABLEAU 13

N°	Sexe	Age	CTR	I.P.	I.S
301	1	0015	0,69	9,6	144
302	1	0015	0,71	7,5	124
303	1	0015	0,65	6;3	100
304	1	0015	0,61	5,2	088
305	1	0045	0,67	9,3	164
306	1	0045	0,61	6,3	119
307	2	0045	0,64	6,5	132
308	2	0045	0,66	7,1	127
309	2	0045	0,62	7,2	123
310	2	0045	0,66	6,3	111
311	2	0045	0,68	4,9	099
312	2	0045	0,61	5,0	095
313	1	0090	0,65	8,6	171
314	1	0090	0,75	9,5	171
315	1	0090	0,67	8,3	162
316	1	0090	0,64	7,8	151
317	1	0090	0,66	7,7	148
318	1	0090	0,59	4,7	106
319	2	0090	0,60	8,3	162
320	2	0090	0,72	8,6	156
321	1	0180	0,71	5,7	127
322	1	0180	0,63	5,0	119
323	1	0180	0,63	5,4	119
324	1	0180	0,63	4,7	107
325	1	0180	0,56	4,0	096
326	1	0180	0,63	4,0	087
327	2	0180	0,69	8,4	157
328	2	0180	0,60	6,7	135
329	2	0180	0,71	6,8	132
330	2	0180	0,63	5,0	118
331	2	0180	0,60	4,7	102

N°	Sexe	Age	CTR	I.P	I.S
332	2	0180	0,61	4,0	091
333	1	0300	0,77	7,4	155
334	2	0300	0,67	8,9	177
335	2	0300	0,64	5,7	130
336	2	0300	0,70	4,3	093
337	1	0420	0,57	4,0	093
338	1	0420	0,64	3,4	084
339	2	0420	0,63	4,2	100
340	2	0420	0,62	4,0	096
341	2	0540	0,60	5,2	105
342	1	1140	0,66	4,4	112

COMPARAISON DES COEURS NORMAUX ET PATHOLOGIQUES

Notre premier soucis a été d'étudier la liaison du CTR, de l'I.P. et de l'I.S. avec l'âge. Ceci nous a permis de montrer l'indépendance de l'index de surface, donc sa supériorité.

Notre second soucis est, logiquement, de comparer la variation pathologique des trois index.

Si nous avons pu étudier les coeurs normaux jusqu'à 10 ans en raison de notre échantillonnage, nous ne pouvons comparer valablement les coeurs pathologiques et les coeurs normaux que jusqu'à l'âge de 5 ans. Nous disposons en effet de 19 cardiomégalies entre 0 et 1 an, de 22 entre 1 et 5 ans, et d'une seule entre 5 et 10 ans.

Le tableau 14 correspond à la tranche d'âge 0 - 1 an. Figurent de haut en bas le CTR, l'I.P. et l'I.S. Sur la partie gauche de ce tableau, nous avons représenté les contours de la distribution des trois index dans les coeurs normaux que nous avons tirés des tableaux 8, 9 et 10. Nous avons cependant été amenés à modifier l'échelle des abcisses pour que la largeur de la variation physiologique des trois données soit correspondante.

Le tableau 15 a été établi exactement de la même façon, mais pour la tranche d'âge de 1 à 5 ans.

TABLEAU 14

Cardiomégalies 0 - 1 an (19)

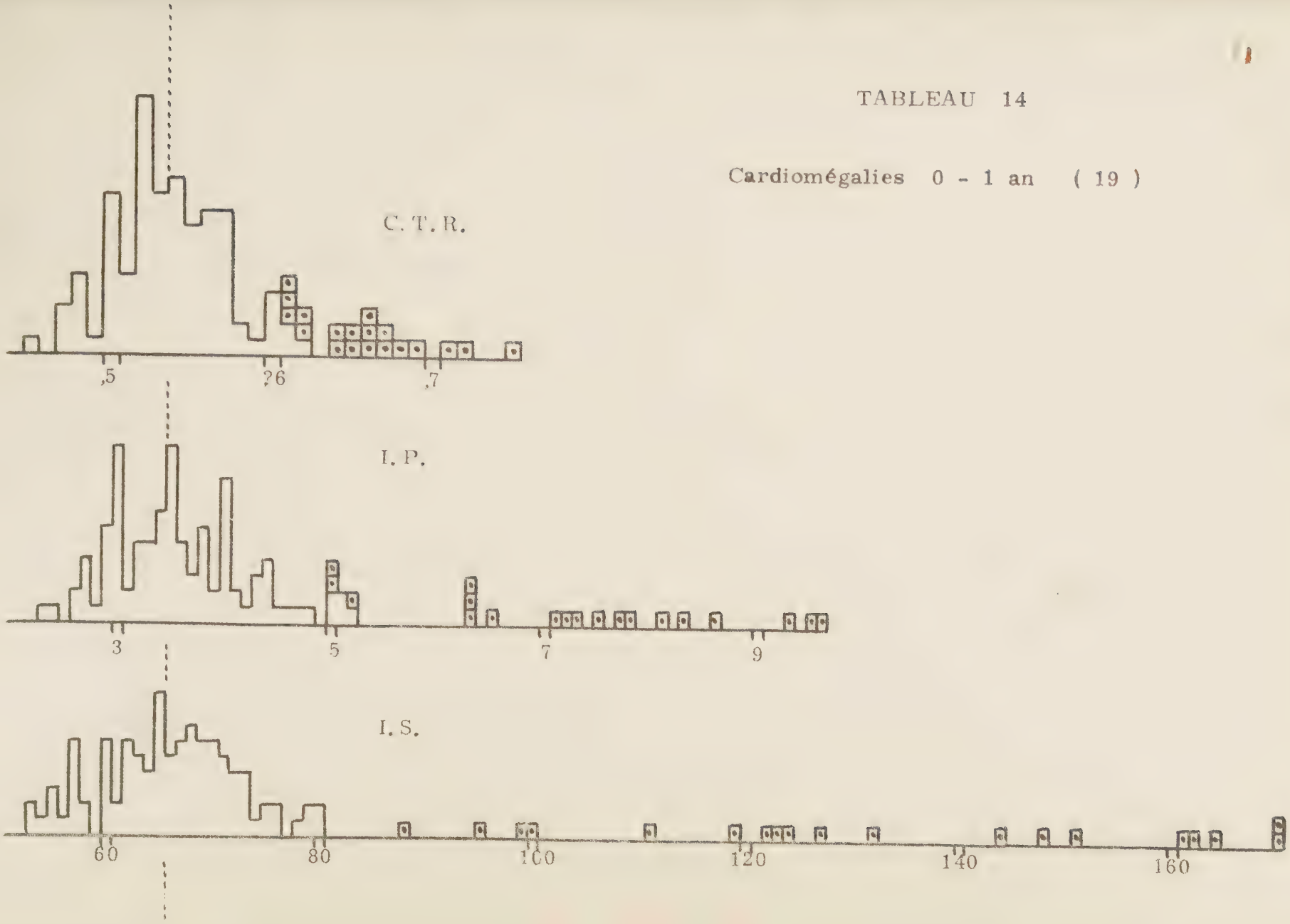
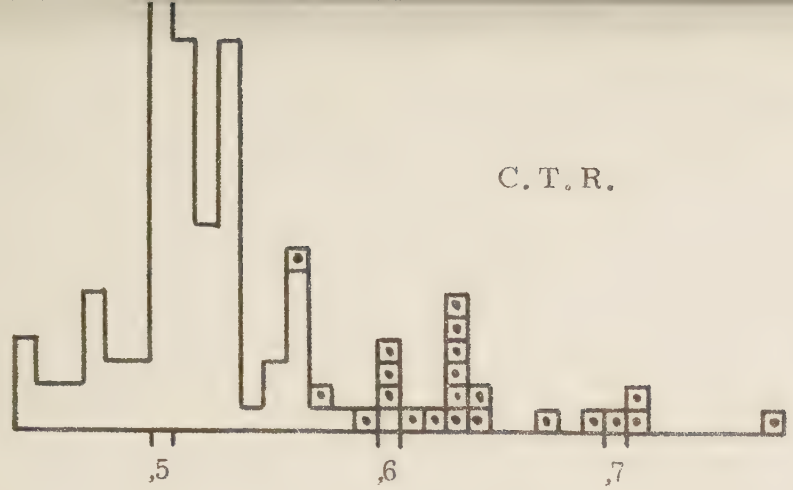


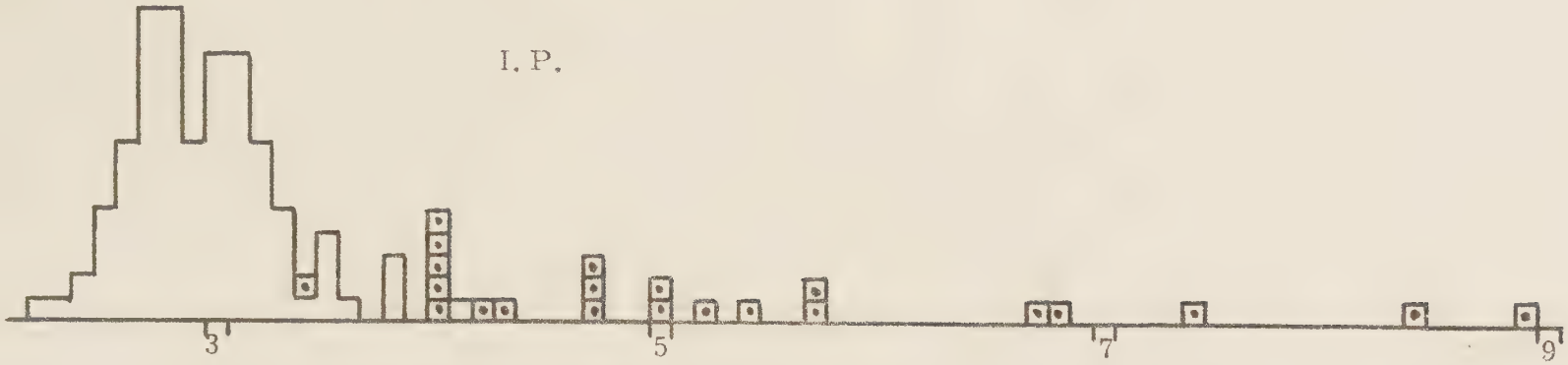
TABLEAU 15

Cardiomégalies 1 - 5 ans (22)

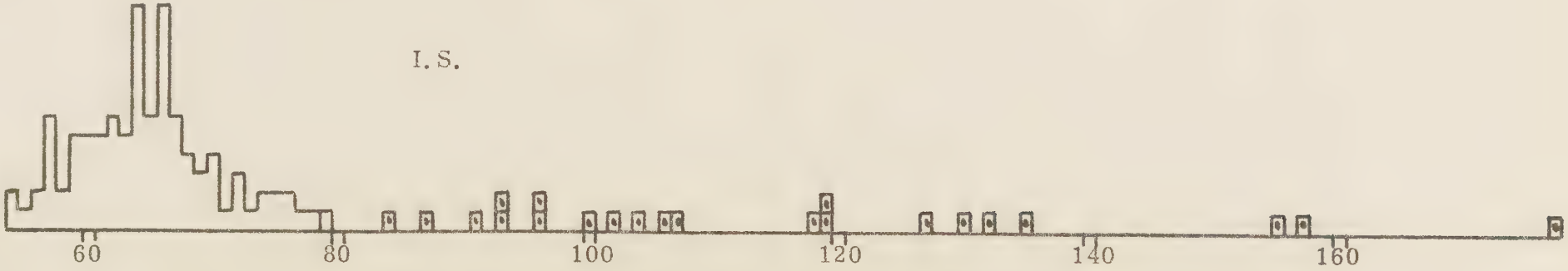
C.T.R.



I.P.



I.S.



Dans les deux tableaux, les coeurs pathologiques sont représentés par des carrés ou rectangles pointillés.

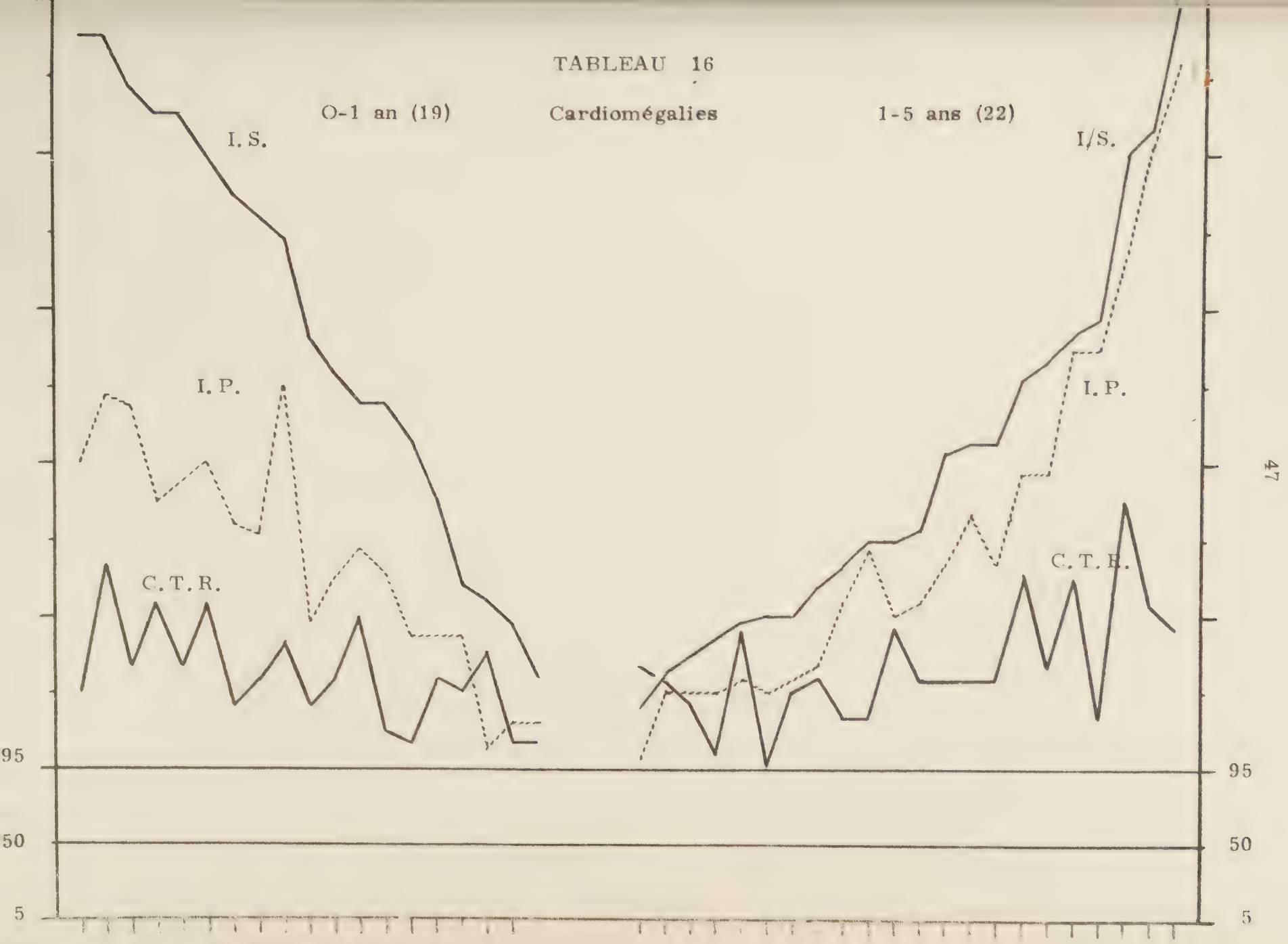
Entre 0 et 1 an (tableau14), la variation pathologique, donc la sensibilité, est considérable pour l'index de surface, médiocre pour le CTR et intermédiaire pour l'index de poids.

Entre 1 et 5 ans (tableau 15), la sensibilité apparait excellente pour l'index de surface et l'index de poids, mais elle reste médiocre pour le CTR. Si l'on compare plus attentivement l'index de surface et l'index de poids, il est à noter que toutes les cardiomégalies tombent franchement en dehors des limites physiologiques pour l'index de surface, ce qui n'est vrai que 3 fois sur 4 pour l'index de poids.

Nous avons cherché à objectiver de façon plus frappante notre comparaison des coeurs normaux et pathologiques dans le tableau 16.

L'échelle des ordonnées de ce tableau est assez complexe. Les trois lignes horizontales en bas du tableau représentent de bas en haut le 5ème, le 50ème et le 95ème percentile pour les trois index. En d'autres termes, l'espace délimité entre les lignes des 5ème et 95ème percentiles correspond aux limites physiologiques de variation des trois index.

TABLEAU 16


O-1 an (19)
Cardiomégalies
1-5 ans (22)
I. S.
I/S.
I. P.
I. P.
C. T. R.
C. T. R.
95
50
5
95
50
5

A gauche du tableau 16, les trois courbes représentent les trois index des 19 cardiomégalies entre 0 et 1 an, rangés par ordre de valeur décroissante de l'index de surface. La droite du tableau est occupée par trois courbes figurant les trois index des 22 coeurs pathologiques entre 1 et 5 ans rangés par ordre croissant d'index de surface.

Les parties droite et gauche sont différentes mais très démonstratives.

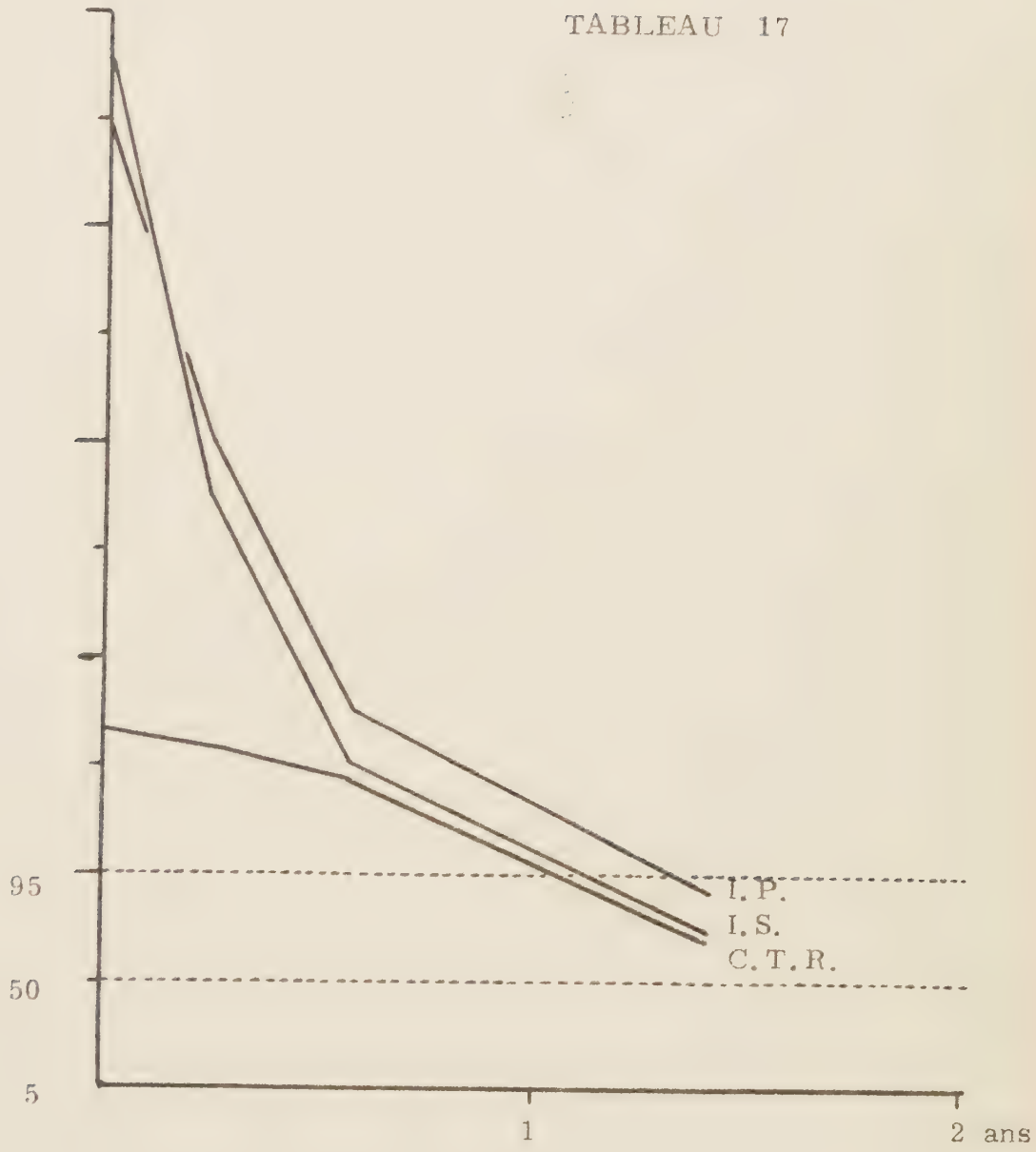
Si l'on considère les variations pathologiques entre 0 et 1 an, on voit que, pour l'I.S., elles représentent 4 à 5 fois la variation physiologique, que pour l'I.P. la valeur tombe à deux fois et demi la variation physiologique, et que pour le CTR cette valeur ne dépasse guère une fois la variation physiologique. La sensibilité est donc très médiocre pour le CTR, de moyenne qualité pour l'I.P. et très satisfaisante pour l'I.S.

Entre 1 et 5 ans, le CTR reste tout aussi médiocre qu'entre 0 et 1 an. Par contre, l'I.P. et l'I.S. ont tous deux une sensibilité très convenable, analogue à celle de l'I.S. entre 0 et 1 an.

Notons que, quel que soit l'âge, les différences entre les trois index sont peu marquées lorsqu'il s'agit de cardiomégalies de faible importance, mais qu'elles deviennent rapidement plus fortes lorsque la cardiomégalie augmente.

Cette même constatation se retrouve lorsqu'on étudie la variation des trois index chez un même enfant lors de l'évolution favorable ou défavorable d'une cardiomégalie. Le tableau 17 en est un exemple. Six mois après le début de sa myocardite, on notait chez cet enfant une considérable diminution du volume cardiaque. Ceci est clairement reflêté par les valeurs de l'I.P. et de l'I.S., mais n'apparait pas du tout lorsqu'on regarde le CTR.

TABLEAU 17



COMMENTAIRES

LES LIMITES DU C.T.R.

De l'étude du CTR de 300 coeurs normaux, des conclusions claires peuvent être tirées :

Il est tout à fait illusoire d'utiliser le CTR pour aprécier l'importance d'une cardiomégalie. Cette assertion est parfaitement objectivée par un simple coup d'oeil au tableau 16. Ceci est d'ailleurs parfaitement en accord avec l'utilisation de départ du CTR qui était destiné à préciser la frontière entre le physiologique et le pathologique, sans plus. Il faut donc réfrèner la tentation de l'employer pour chiffrer des cardiomégalies.

Avant d'affirmer par le calcul du CTR qu'un coeur est ou n'est pas de volume normal, il faut prendre en considération l'âge de l'enfant puisque le CTR est une donnée variable de façon continue avec l'âge. Il est donc nécessaire d'utiliser notre tableau de percentiles, ou un tableau analogue. Ainsi, un coeur pathologique doit avoir un CTR supérieur à 0,60 entre 0 et 1 an, à 0,56 entre 1 et 5 ans, à 0,55 entre 5 et 10 ans.

Il faut également s'assurer de la perfection du cliché : face stricte, centrage correct, en légère inspiration. Lorsque ces conditions ne sont pas réunies, il faut se garder de calculer le CTR, car une erreur d'interprétation risquerait d'être fort dangereuse.

En schématisant, il nous parait que la seule qualité du CTR est son extrême simplicité de calcul.

Puisque, en raison de toutes ses imperfections, certaines cardiomégalies s'accompagnent d'un CTR normal et qu'à l'inverse certains coeurs normaux ont un CTR pathologique, ne serait-il pas souhaitable d'abandonner sa mesure ?

LE C.V.I. DE NGHIEM

En assimilant le coeur à une ellipsoide, NGHIEM propose une méthode de calcul du volume cardiaque tout à fait séduisante. L'étude comparative des volumes calculés et des volumes réels montre des différences suffisamment faibles pour que la méthode soit considérée comme parfaitement valable.

L'ennui est la nécessité d'utiliser un cliché de profil sur lequel les mesures sont difficiles, demandant l'opacification barytée de l'oesophage. Nous pensons d'autre part que les renseignements fournis d'une façon générale par un cliché de profil sont si minces que cet examen est loin d'être fait systématiquement.

Lorsque NGHIEM, pour trouver un index, rapporte le volume cardiaque calculé au poids de l'enfant d'une part

et à sa surface corporelle d'autre part, il trouve une corrélation plus satisfaisante avec le poids. Cette conclusion est différente de celle des travaux analogues antérieurs. d'autre part, NGHIEM admet que la corrélation avec le poids de l'enfant est beaucoup moins satisfaisante au cours de la première année.

Enfin, à la lecture de son article, le mode d'emploi pratique du C.V.I. n'apparait pas clairement.

METHODE PROPOSEE

Calcul de la surface.

Notre travail consiste à tenter d'apprécier les cardiomégalies de l'enfant à partir d'un cliché de face.

Pour cela, nous déterminons la surface du coeur en l'assimilant à une ellipse. Il s'agit donc d'une extrapolation ou d'une restriction à partir de l'hypothèse de NGHIEM. La méthode de mesure que nous utilisons est la même que celle employée par NGHIEM sur les clichés de face. Le grand diamètre du coeur est la droite qui relie la pointe à la jonction de la veine cave supérieure avec l'oreillette droite. Le petit diamètre est la somme des perpendiculaires abaissées sur le grand diamètre à partir de l'angle phréno-cardiaque droit et de la jonction de l'artère pulmonaire avec le coeur.

Un certain nombre de commentaires s'impose.

Sur les quatres points nécessaires à la mesure de la surface, deux sont généralement faciles à déterminer avec précision : il s'agit de la pointe et du sinus phréno-cardiaque droit. Il n'en va pas de même pour les deux autres points. Il est parfois impossible de visualiser la jonction entre la veine cave supérieure et l'oreillette droite. De

même, lorsque l'arc moyen est aligné, on sait mal où se trouve la jonction de l'artère pulmonaire avec le coeur gauche.

Lorsque nous avons sélectionné nos 300 coeurs normaux, nous avons éliminé les clichés où les quatre points n'étaient pas aisément visibles. Pourtant, avec un peu d'habitude, il parait possible de calculer la surface avec une approximation très suffisante, même si la situation d'un ou deux points est douteuse.

Nous avons recueilli un certain nombre de dossiers où des clichés de face pratiqués le même jour existaient en double exemplaire, l'un où les quatre points étaient nettement visibles, l'autre où cela n'était vrai que pour deux ou trois. Nous avons toujours trouvé dans de tels cas une différence de surface calculée inférieure à 5%. Cependant nos calculs ont porté sur un nombre trop restreint de clichés pour permettre une analyse statistique rigoureuse.

Il est clair qu'un certain nombre de facteurs tendent à modifier la surface radiologique du coeur : la prise du cliché en systole ou diastole, en inspiration ou expiration ; ces inconvénients qui sont évidemment communs à la méthode de NGHIEM et à la notre ne paraissent pas entrainer de modifications significatives de la surface calculée.

Un problème plus épineux est celui des thorax exagérément plats ou anormalement profond. En effet, dans la

mesure où abandonnons délibérément la troisième dimension, il est certain que nous apportons de ce fait un risque d'erreur supplémentaire. Chacun connait les fausses cardiomégalies de certaines déformations thoraciques. Notre méthode ne nous met pas à l'abri de telles erreurs. En dehors du fait que ces cas sont relativement rares, il ne nous parait pas possible d'éviter cet écueil ou de mesurer son importance.

Pour essayer d'apprécier la fidélité de nos mesures de surface, nous avions envisagé théoriquement trois moyens.

Le premier consistait à comparer les surfaces calculées et les surfaces exactes obtenues par découpage et par pesée. Nous avons commencé ce travail, mais nous l'avons abandonné très vite : sur bon nombre de clichés, il est impossible de préciser les limites inférieures et supérieures du coeur, donc de découper sa surface.

Le second moyen aurait été la preuve par neuf par excellence : il consistait à comparer les surfaces calculées aux volumes cardiaques prélevés sur le cadavre. De toute évidence, ce moyen nous était interdit : pour trouver 300 enfants d'âge différent, ayant un coeur normal, ayant eu un cliché de face, décédés dans les jours suivants et autopsiés, il nous aurait fallu plusieurs générations.

Le troisième moyen envisagé était de comparer les surfaces calculées aux volumes cardiaques calculés selon

la méthode de NGHIEM. Là encore nous n'avons pas trouvé le matériel nécessaire en raison d'un nombre très insuffisant de clichés de profil.

Nous avons choisi volontairement nos 42 coeurs pathologiques dans le groupe des maladies myocardiques primitives. Ce choix présentait un double avantage : d'une part nous étions certains que les cavités cardiaques étaient en place et que la détermination des quatre points nécessaires à nos mesures ne se heurterait pas à des difficultés spéciales. D'autre part, la nature même des maladies nous permettait d'étudier l'évolution des cardiomégalies de nos enfants, bon nombre d'entre eux partant d'un volume très important pour aboutir à un coeur normal.

La méthode est-elle aussi valable pour les cardiopathies congénitales ? Il nous est impossible de répondre avec certitude à cette question puisqu'aucune mesure n'a été faite dans ce sens. Cependant il nous semble que, dans la grande majorité des cas, la mesure des surfaces dans les cardiopathies congénitales ne doit pas poser de problèmes spéciaux. Il n'en va pas de même dans les transpositions des gros vaisseaux, dans les transpositions corrigées, les atrésies tricuspidiennes avec transposition. Mais a priori les shunts gauche-droits ne posent pas de problème, pas plus que les cardiopathies sans shunt telles que triade, rétrécissement aortique, coarctation. Dans les Fallots, les mesures doivent être aisées, même si leur intéret n'apparait guère.

Les index

Après avoir mesuré la surface du coeur selon la formule $S = 0,7 \times L \times l$, nous avons rapporté cette surface en cm2 d'une part au poids de l'enfant en kg déterminant ainsi un index de poids, et d'autre part à la surface corporelle de l'enfant en m2, définissant un index de surface.

L'étude de ces deux index dans les coeurs normaux nous a clairement montré que l'index de poids est lié négativement et fortement à l'âge, alors que l'index de surface en est indépendant.

La comparaison des index des coeurs normaux et des coeurs pathologiques a donné les résultats suivants : la sensibilité de l'index de poids est nettement inférieure à celle de l'index de surface entre 0 et 1 an ; la sensibilité des deux index est analogue entre 1 et 5 ans.

La conclusion s'impose d'elle-même : l'index de surface ayant une sensibilité égale ou supérieure à celle de l'index de poids et ne variant pas avec l'âge, il représente à n'en pas douter l'index à retenir.

L'INDEX DE SURFACE CARDIAQUE

Il nous semble préférable de transformer le terme énigmatique d'index de surface en celui plus explicite d'index de surface cardiaque.

Les limites physiologiques extrêmes que nous avons trouvé dans l'étude de nos 300 coeurs normaux sont respectivement 53 et 80.

La détermination des percentiles donne les chiffres suivants :

3ème percentile : 54
5ème percentile : 56
10ème percentile : 57
25ème percentile : 61
50ème percentile : 65
75ème percentile : 69
90ème percentile : 73
95ème percentile : 76
97ème percentile : 77

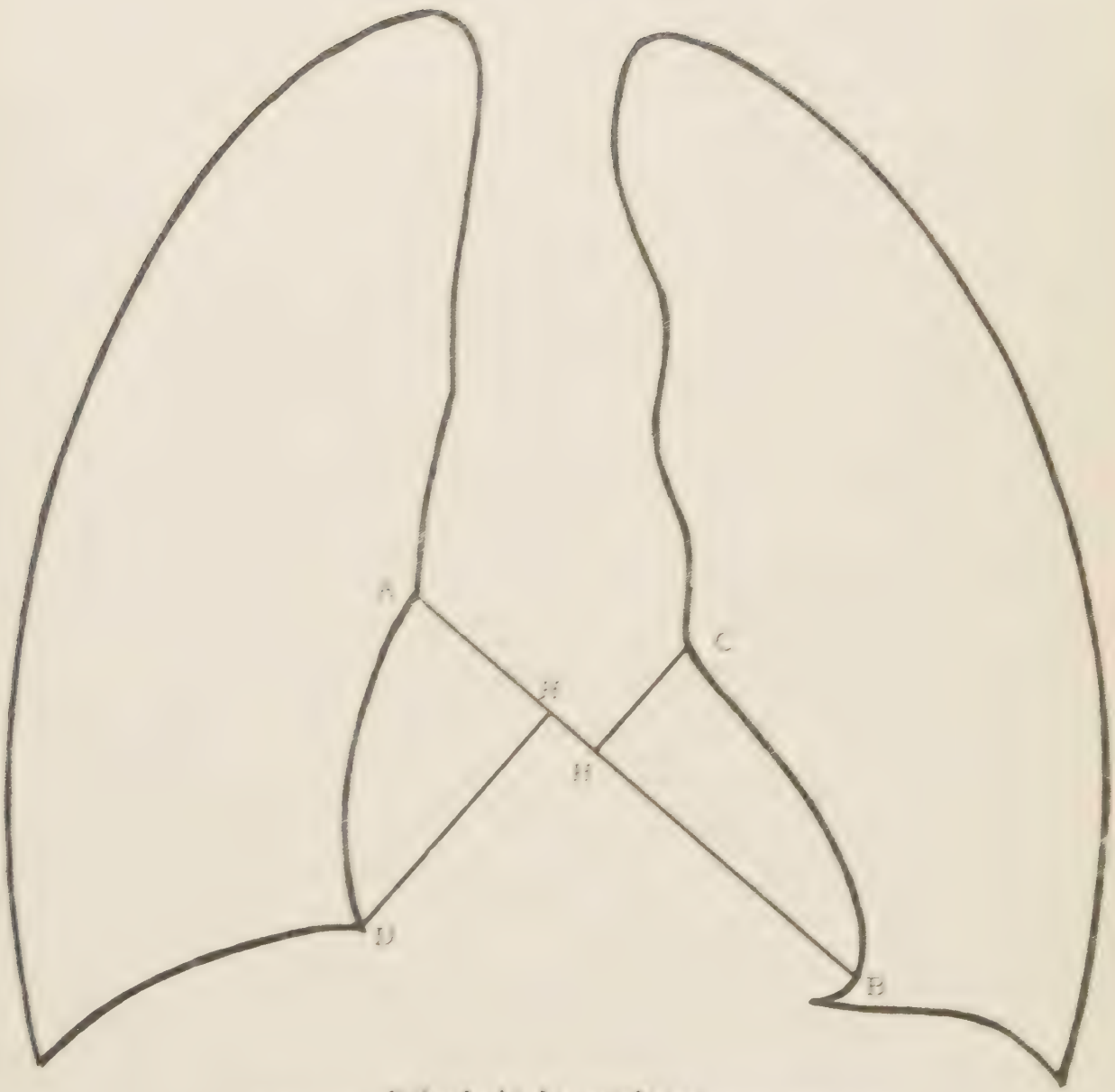
En d'autres termes, 90% des enfants normaux ont un index de surface cardiaque compris entre 56 et 76. Tout index de surface cardiaque supérieur à 80 doit être considéré comme pathologique.

Les coeurs pathologiques que nous avons mesurés avaient des index de surface cardiaque allant de 85 à 177. Cet éventail est considérable et témoigne de l'excellence de la sensibilité de l'index. L'amplitude des variations pathologiques apparait en effet près de quatre fois supérieure à celle des variations physiologiques. A titre de comparaison, notons que l'amplitude de variations pathologiques du CTR est sensiblement égale à son amplitude de variations physiologiques.

La sensibilité de l'index de surface cardiaque est particulièrement grande lorsque la cardiomégalie est importante ; ce fait est aussi signalé par NGHIEM dans ses calculs de volume. C'est précisément dans la zône des hypertrophies cardiaques majeures que la faillite du CTR est la plus éclatante.

UTILISATION PRATIQUE DE L'INDEX DE SURFACE CARDIAQUE

Nous proposons ici le "mode d'emploi" de l'index de surface cardiaque (I.S.C.).



Calcul de la surface;

AB = L CH + DH = l

S = 0,7 x L x l

Détermination de l'I.S.C.

- Document indispensable : un cliché de face.
- Données nécessaires : le poids et la taille du sujet.
- Matériel : un négatoscope, un crayon, une équerre graduée, une table de Dubois et Dubois.

Mettre le cliché sur le négatoscope et marquer avec le crayon les quatre points suivants : pointe du coeur, sinus phréno-cardiaque droit, jonction entre la veine cave supérieure et l'oreillette droite, jonction de l'artère pulmonaire avec le bord gauche du coeur. (voir figure sur la page précédente).

Tracer la droite reliant la pointe à la jonction de l'oreillette droite avec la veine cave supérieure. Avec l'aide de l'équerre, abaisser les perpendiculaires sur cette droite à partir du sinus phréno-cardiaque droit et de la jonction artère pulmonaire - bord gauche.

Mesurer la première droite tracée qui correspond à L. Mesurer les deux autres droites: leur somme correspond à l.

Calculer la surface en cm2 en utilisant la formule :

$$S = 0,7 \times L \times l$$

A partir du poids et de la taille de l'enfant, déterminer avec la table de Dubois et Dubois sa surface corporelle en m2.

Diviser la surface du coeur en cm2 par la surface corporelle en m2. Le nombre obtenu est l'I.S.C.

Interprétation du résultat.

Deux cas peuvent schématiquement se présenter :

1° - Le cliché thoracique de face a été réalisé pour telle ou telle raison, mais sans arrière-pensée cardiologique ; on hésite à dire si le coeur est ou n'est pas de volume normal. Dans cette hypothèse, l'appréciation de l'I.S.C. est fort simple : s'il est supérieur à 80, il existe une cardiomégalie.

2° - Il s'agit d'une cardiopathie. L'I.S.C. permet alors : d'une part d'apprécier l'importance d'une cardiomégalie, d'autre part d'en surveiller l'évolution. Pour apprécier l'importance de la cardiomégalie, il suffit de se souvenir qu'un I.S.C. tout juste supérieur à 80 correspond à une cardiomégalie minime, et qu'un très gros coeur peut avoir un I.S.C. entre 150 et 200.

Pour surveiller l'évolution, il semble logique d'inscrire les résultats successifs sous forme d'une courbe tracée sur un tableau tel que le tableau 18. Les dates sont portées en abcisse, les valeurs de l'I.S.C. en ordonnée. La ligne horizontale pointillée correspond à 80, c'est-à-dire à la limite supérieure de l'I.S.C. physiologique. Tout point situé au dessus de cette ligne est donc pathologique.

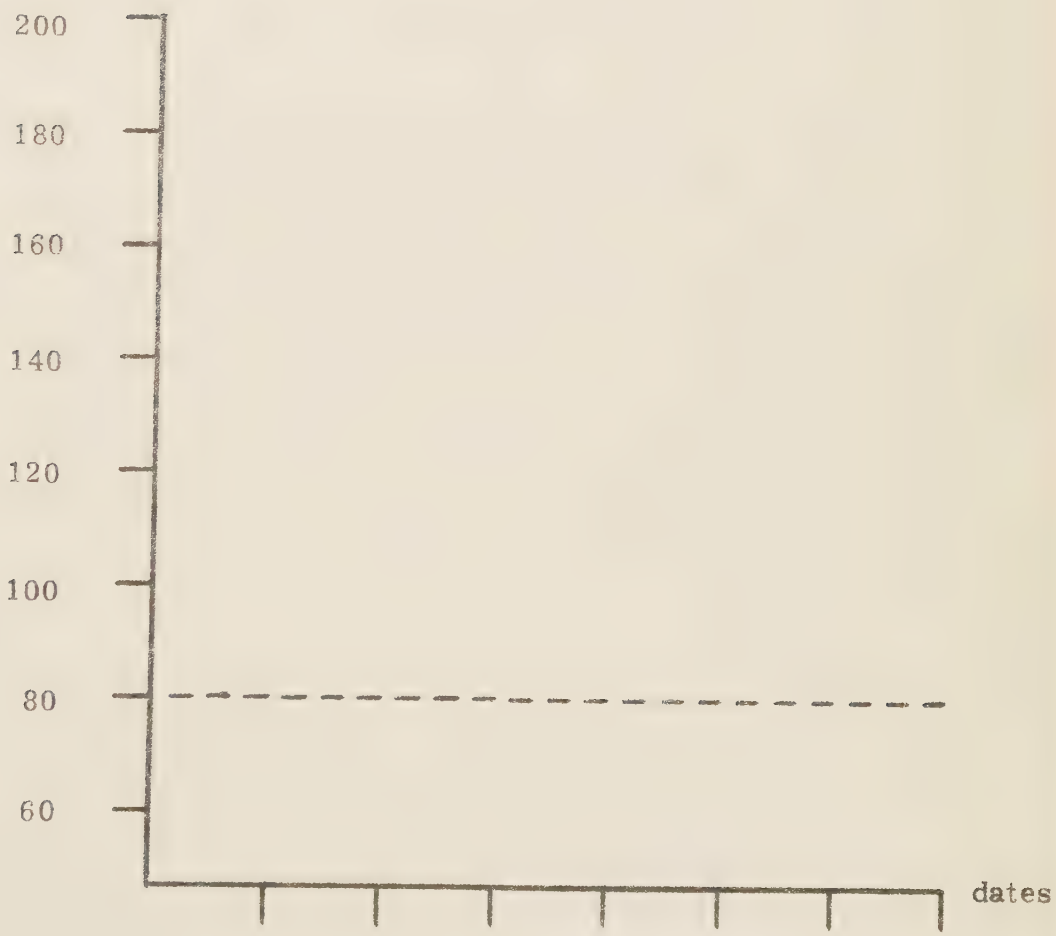


TABLEAU 18

INTERET DE L'INDEX DE SURFACE CARDIAQUE

L'ensemble de notre travail montre l'intérêt de l'index de surface cardiaque et sa relative simplicité d'emploi. Il est bien évident que nous manquons de preuve absolue pour apprécier avec précision la valeur de cette méthode. A l'inverse, son absence de valeur nous parait également difficile à prouver. Il est donc probable que c'est son utilisation large qui permettra d'en cerner les imperfections.

De toute façon, il ne s'agit que d'une méthode d'appréciation et en aucune façon d'un dogme. Telle quelle, elle nous a séduit et semble mériter d'être utilisée. Il ne saurait être question qu'elle remplace le mèdecin, mais nous sommes persuadés qu'elle doit lui rendre service. Dans ce sens, nous espérons voir l'I.S.C. s'implanter dans d'autres centres que le nôtre, et l'avenir dira s'il doit être conservé, modifié ou abandonné.

CONCLUSION

L'appréciation radiologique du volume cardiaque de l'enfant à partir d'un cliché thoracique de face est l'objet de notre thèse.

Nous avons étudié, dans le service de Clinique de Pédiatrie et de Puériculture du C.H.U. de REIMS (Professeur Michel FANDRE) 300 coeurs normaux d'enfants de 0 à 10 ans et 42 coeurs pathologiques (myocardites et fibro-élastoses) d'enfants de 0 à 5 ans.

Sur chaque cliché nous avons calculé le CTR. Nous avons mesuré la surface du coeur en l'assimilant à une ellipse. En rapportant cette surface au poids de l'enfant d'une part, à sa surface corporelle d'autre part, nous avons défini respectivement un index de poids et un index de surface cardiaque.

Les résultats montrent que le CTR et l'index de poids sont liés négativement à l'âge, alors que l'index de surface cardiaque en est indépendant.

Ils montrent d'autre part que l'appréciation d'une cardiomégalie n'est guère possible à l'aide du CTR , qu'elle est réalisable à partir de l'index de poids et, d'une façon plus sensible grâce à l'index de surface cardiaque.

L'index de surface cardiaque pourrait donc être précieux en cardiologie infantile puisqu'il permet l'évaluation

chiffrée d'une hypertrophie cardiaque. Sa détermination est relativement simple et il présente l'avantage, rare en pédiatrie, de ne pas varier avec l'âge.

Notre espoir le plus vif serait de voir s'étendre l'utilisation de cet index, et de participer ainsi à l'élaboration d'un langage commun particulièrement souhaitable dans le domaine médical.

Vu, le Président de thèse,
Professeur M. FANDRE

Vu et permis d'imprimer
Le Doyen de la Faculté Mixte
de Mèdecine et de Pharmacie de REIMS
Professeur H. EZES

B I B L I O G R A P H I E

NGHIEM Q.X., SCHREIBER M.H. et HARRIS L.C.
Cardiac Volume in normal children and adolescents. Its application to patients with rheumatic mitral insufficiency.
Circulation XXXV : 509, 1967.

AXEN O. et LIND J.,
Roentgenologic determination of heart volume in infants.
Acta Paediat (Stockholm) 32 : 270, 1945.

BIORCK G.
On the relationship between the heart volume and various physical factors.
Acta Radiol (Stockholm) 25 : 372, 1944.

COMEAU W.J. et WHITE P.D.
Evaluation of Heart volume determinations by the Rohrer-Kahlstorf formula as a clinical method of measuring heart size.
Amer Heart J 17 : 158, 1939.

COMEAU W.J. et WHITE P.D.
Critical analysis of standard methods of estimating heart size from roentgen measurements.
Amer J Roentgen 47 : 665, 1942

DOMENET J.G., EVANS D.W. et HOWARTH F.H.
Clinical experience with radiological determination of the heart volume.
Brit Heart J. 25 : 575, 1963.

DUBOIS D. et DUBOIS E.F.
Formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known.
Arch Intern Med (Chicago) 17 : 863, 1916.

EVANS D.W. et CARPENTER P.B.
Errors involved in radiological heart volume determination by the ellipsoid-approximation technique.
Brit Heart J. 27 : 429, 1965.

FRIEDBERG C.K.
Diseases of the heart , ed 2.
Philadelphia, W.B. Saunders Co, 1956, p. 101.

GEBHARDT W., DANNER D., REINDELL H. et KONIG R.
Eine vergleichende Untersuchung zur methodischen Fehler= breite der rontgenologischen Herxvolumenbestimmung.
Acta Med Scand 167 : 467, 1960.

KAHLSTORF A.

Uber eine orthodiagraphischem Wege.

Fortschr Rontgenstr 24 : 285, 1916.

KEATS T.E. et ENGE I.P.

Cardiac mensuration by the cardiac volume method.

Radiology 85 : 850, 1965.

KJELLBERG S.R., RUDHE U. et SJOSTRAND.T.

Relation of the cardiac volume to the blood volume and the physical capacity for work.

Acta Radiol (Stockholm) 31 : 113, 1949.

KJELLBERG S.R., LONROTH H. et RUDHE U.

Effect of various factors on the roentgenological determination of the cardiac volume.

Acta Radiol (Stockholm) 35 : 413, 1951.

LARSSON H. et KJELLBERG S.R.

Roentgenological heart volume determination with special regard to pulse rate and the position of the body.

Acta Radiol (Stockholm) 29 : 159, 1948.

LILJESTRAND G., LYSHOLM E., NYLIN G. et ZACHRISSON C.G.

Normal heart volume in man.

Amer Heart J 17 : 406, 1939.

LINCOLN E. M. et SPILLMAN R.

Studies on the hearts of normal children.

Amer J Dis Child 35 : 791, 1928.

LIND J.

Heart volume in normal infants.

Acta Radiol (Stockholm) (suppl. 82) : 1950

LYSHOLM E., NYLIN G. et QUARNA K.

Relation between heart volume and stroke volume under physiological and pathological conditions.

Acta Radiol (Stockholm) 15 : 237, 1934.

MARESH M. M.

Growth of the heart related to bodily growth during childhood and adolescence.

Pediatrics 2 : 382, 1948.

MAUREA G., NYLIN et SOLLBERGER A.

Normal Heart Volume.

Acta Cardiol (Brux) 10 : 336, 1955.

NADAS A. S.

Pediatric Cardiology, ed 2.

Phyladelphia, W. B. Saunders Co., 1963, p. 39

NATVIG P.

Volume of the heart in Müller's and Valsalva's tests.
Acta Radiol (Stockholm) 15 : 657, 1934.

NYLIN G.

Roentgenographic heart volume determination. In
Examination of the Cardiac Patient, edited by A.A. Luisada.
New York, Mc Graw-Hill Book Co., 1965, p. 4-365.

REEVES T.J.

Year Book of Cardiovascular and Renal Disease,
Chicago, Year Book Medical Publishers, 1963-1964, p. 498.

ROHRER F.

Volumbestimmung von Korperhöhlen und Organen auf
orthodiagraphischem Wege.
Fortschr Röntgenstr 24 : 285, 1916.

SCHREIBER M.H.

Volume of the heart : Roentgenographic determination.
Arizona Med 21 : 551, 1964.

SPROUL A. et SIMPSON E.

Stroke volume and related hemodynamic data in normal
children.
Pediatrics 33 : 912, 1964.

STRANDELL T.

Heart volume and its relation to anthropometric data in old men compared with young men.
Acta Med Scand 176 : 205, 1964.

THURN P.

Zur röntgenologischen Volumenmessung des Herzens.
Fortschr Rontgenstr 90 : 290, 1959.

ZISKIN T.

Development and size of the heart in children.
Amer J Dis Child 30 : 851, 1925.

AINGER L.E.

Acute aseptic myocarditis. Corticosteroïd therapy.
J. Pediat. 64 : 716, 1964.

BENGTSSON E. et coll.

Five years follow up study of cases suggestive of acute myocarditis.
Amer. Heart. J. 71 : 751, 1966.

BURCH G.E.

Heart muscle disease.
D.M. 3 : 68, 1968.

FREUNDLICH E. et coll.

Primary myocardial disease in infancy.

Amer. J. Cardiol. 13 : 721, 1964.

HARVEY W.P. et coll.

Primary myocardial disease

Post. grad. Med. 42 : 144, 1967.

HASTREITER A.R. et coll.

Diagnosis and treatment of myocarditis and other myocardial diseases.

Advances cardiopulm. Dis. 2 : 250, 1964.

MATTINGLY T.W.

Changing concepts of myocardial diseases.

J.A.M.A. 191 : 33, 1965.

MATTINGLY T.W.

The clinical concept of primary myocardial disease.

A classification and a few notes on management and prognosis.

Circulation. 32 : 845, 1965.

ROSENBERG H.S. et coll.

Acute myocarditis in infancy and childhood .

Prog. Cardiov. Dis. 7 : 179, 1964.

ROTHFELD E. L. et coll.

Dynamic classification of primary myocardial disease.
J. Med. Soc. New Jersey. 64 : 106, 1967.

SEGAL J. P. et coll.

Diagnosis and treatment of primary myocardial disease.
Circulation 32 : 837, 1965.

Symposium on idiopathic myocardial fibrosis and allied diseases.
Jap. Circ. J. 30, 1966.

CASASOGRANA A. F.

Contribution à l'étude du diagnostic différentiel entre la fibro-élastose de l'endocarde et la myocardite chez les enfants.
Thèse - Paris - 778, 1967.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 1

HYPOTHESE DE TRAVAIL 4

MATERIEL ET METHODES 12

RESULTATS 17

Coeurs normaux 18

Coeurs pathologiques 40

Comparaison des coeurs normaux et des coeurs pathologiques ... 43

COMMENTAIRES 51

Les limites du C.T.R. 52

Le C.V.I. de Nghiem 53

Méthode proposée 55

L'index de surface cardiaque 60

son utilisation pratique 61

son intérêt 66

CONCLUSION 67

BIBLIOGRAPHIE 70